

أفلام تربوية سلسلة تمارين في الفيزياء  
والكيمياء



2BAC  
PC- SM

# الفيزياء والكيمياء

2BAC



الموسم الدراسي  
2018.2019



من انجاز الاستاذ:  
مروان الشرقي



# الفيزياء

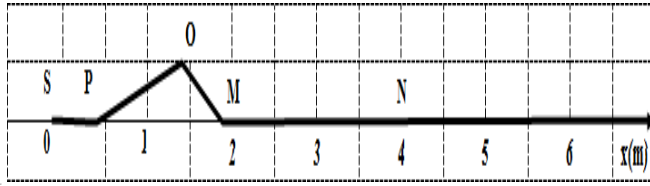
# الموجات



- ❖ الموجة الميكانيكية المتوالية
- ❖ الموجة الميكانيكية المتوالية الدورية
- ❖ الموجة الضوئية

# الوحدة : (1) الموجة الميكانيكية المتوالية

تنتشر موجة طول حبل ، بسرعة ثابتة  $v = 2m/s$  . تنطلق الموجة من S طرف الحبل في لحظة تعتبرها أصلا للتواريخ. يمثل الشكل أسفله مظهر الحبل في لحظة  $t$

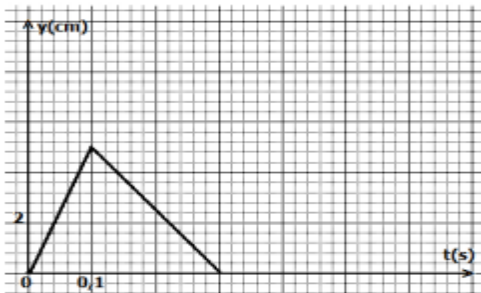


- 1- بين أن الموجة المنتشرة مستعرضة.
- 2- حدد المدة الزمنية  $\Delta t$  التي تستغرقها حركة نقطة ما من الحبل.
- 3- في أي لحظة ستصل مقدمة الموجة إلى النقطة N. استنتج لحظة توقف النقطة N عن الحركة.
- 4- أوجد التأخر الزمني  $\tau$  لحركة النقطة N بالنسبة لحركة النقطة S.
- 5- مثل مظهر الحبل عند لحظة  $t_1 = 2,5s$

## التمرين الخامس

نحدث عند الطرف S لحبل مرن ، موجة مستعرضة تنتشر بسرعة  $V = 10m/s$  عند  $t = 0s$  يوجد مطلع الاشارة عند المنبع S . يمثل المنحنى أسفله ، تغيرات استطالة المنبع بدلالة الزمن  $t$  . نعتبر نقطة M من الحبل ، توجد على مسافة SM

- 1- حدد مدة التشويه  $\Delta t$  لنقطة من نقط الحبل.
- 2- أحسب التأخر الزمني  $\tau$  بين النقطتين S و M
- 3- كيف يمكن استنتاج استطالة النقطة M بدلالة الزمن انطلاقا من استطالة S مثل المنحنى  $Y_M(t)$
- 4- مثل شكل الحبل في اللحظة ذات التاريخ  $t = 0,8s$  .



## التمرين السادس

تعطي العلاقة  $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$  سرعة انتشار موجة طول حبل موثر حيث  $F$  شدة

توتر الحبل و  $\mu$  كتلتها الطولية. نجعل حبالا متوترا بواسطة كتلة معلمة  $m' = 235g$  كما هو موضح إليه في التبيانة جانبه

- 1- أحسب شدة توتر الحبل  $F$
- 2- طول الحبل  $\ell = 10m$  حيث أن كتلته  $m = 176g$  أحسب الكتلة الطولية  $\mu$  للحبل.
- 3- اعتمادا على التحليل البعدي ، بين أن العلاقة  $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$  لها بعد السرعة

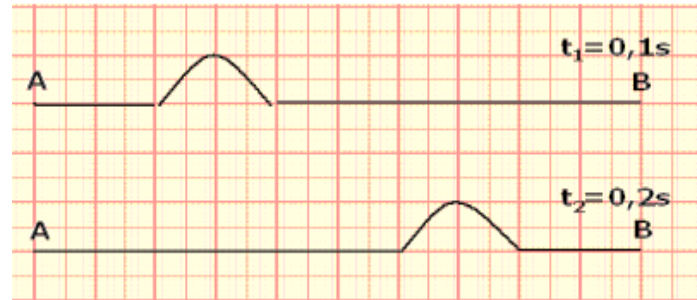
$m/s$

## التمرين الاول

يمثل الشكل التالي حبالا (AB) طوله  $l = 10m$  تنتشر طوله موجة في

اللحظتين  $t_1, t_2$  تاريخهما

- 1- ما طبيعة الموجة المنتشرة طول الحبل .
- 2- عين سرعة انتشار الموجة طول الحبل.
- 3- عين طول الموجة و استنتج مدتها.

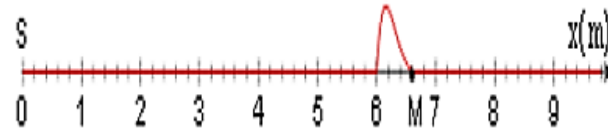


## التمرين الثاني

نمثل في الشكل جانبه ، حبل تنتقل عبره اشارة ، انطلاقا من منبع S ، بسرعة  $V = 4m/s$

تنطلق الاشارة من المنبع S ذو الافصول  $x = 0$  عند اللحظة  $t = 0$

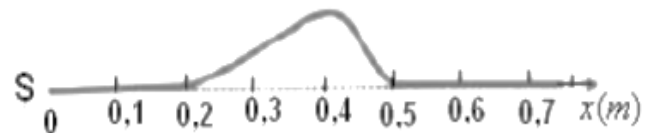
- 1- في أي لحظة تبدأ النقطة M في التحرك؟
- 2- صف حركة النقطة M عندما تصلها الاشارة
- 3- ما مدة حركة نقطة من الحبل ؟
- 4- ارسم مظهر الحبل عند اللحظة  $t_1 = 2,2s$



## التمرين الثالث

الشكل التالي يمثل حبل في اللحظة  $t_1$  علما أن  $t = 0$  توافق لحظة انطلق الاشارة من النقطة S .

مقدمة الاشارة ، المنتشرة طول الحبل ، يصل الى النقطة M ذات الافصول  $x_M = 2,1m$  في اللحظة  $t_2 = t_1 + \tau$  مع  $\tau = 70ms$  .

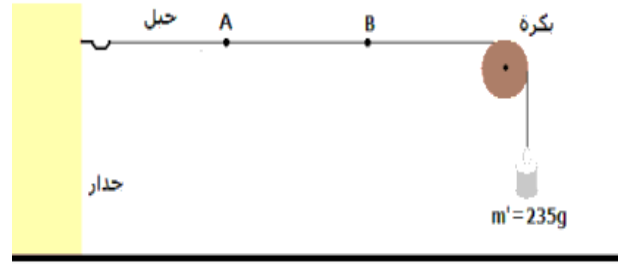


- 1- هل هذه الموجة طولية أم مستعرضة؟
- 2- ما المسافة التي قطعتها الموجة خلال المدة الزمنية  $\tau$
- 3- أحسب سرعة انتشار الموجة طول الحبل
- 4- أوجد قيمة اللحظة  $t_1$  .

## التمرين الرابع



- 4- أحسب سرعة انتشار الموجة طول هذا الحبل  
5- نعلم نقطتين من الحبل A و B حيث المسافة بينهما هي  $d = 8,2m$   
أحسب المدة الزمنية اللازمة  $\Delta t$  لكي تنتشر الموجة من A إلى B .



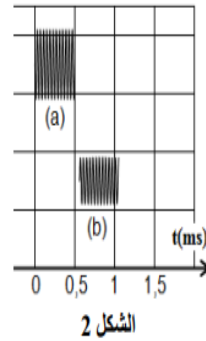
### التمرين الثامن

- نضع في نفس الموضع باعنا E ومستقبلا R للموجات فوق الصوتية على مسافة  $d = 42,5 cm$  من حاجز. تنتشر الموجات فوق الصوتية انطلاقا من E ثم تنعكس على الحاجز فتستقبل من طرف R. يمكن نظام مسك معلوماتي من معاينة الموجة المرسل (a) والموجة المستقبلة (b) يمثل الشكل (1) جانبه الرسم التذبذي المحصل

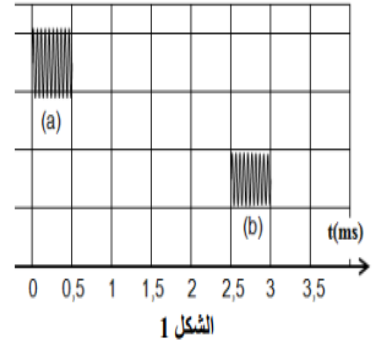
(1) ماطبيعة الموجة فوق الصوتية

(2) حدد قيمة التأخر الزمني بين الموجتين (a) و (b)

- (3) تحقق من ان قيمة سرعة الانتشار في الهواء  $V_{air} = 340m.s^{-1}$   
(4) نعيد إنجاز التجربة باستعمال العدة السابقة حيث تنتشر الموجات فوق الصوتية في الماء. نحصل بواسطة نفس نظام المسك المعلوماتي على الرسم التذبذي الممثل في الشكل (2) في أي الوسطين (هواء / ماء) يكون انتشار الموجات فوق الصوتية أسرع؟ علل جوابك



الشكل 2



الشكل 1

### التمرين التاسع

- نضع على استقامة واحدة باعنا E ومستقبلا R للموجات فوق الصوتية تفصلهما المسافة  $d = 0,5m$  يرسل E موجات فوق صوتية تنتشر في الهواء فتستقبل من طرف R بعد المدة الزمنية  $\tau = 1,47ms$

1-1 هل الموجة فوق الصوتية طولية أم مستعرضة؟

1-2 أعط المدلول الفيزيائي للمقدار  $\tau$ .

1-3 أحسب قيمة  $r$  سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية في الهواء.

1-4 نعتبر نقطة B تبعد عن الباعث E بالمسافة  $d_B$ . اختر الجواب الصحيح من بين ما يلي:

تعبير الاستطالة  $y_B(t)$  للنقطة B بدلالة استطالة المنبع (E) هو:

أ.  $y_B(t) = y_E(t - \tau_B)$  ب.  $y_B(t) = y_E(t + \tau_B)$

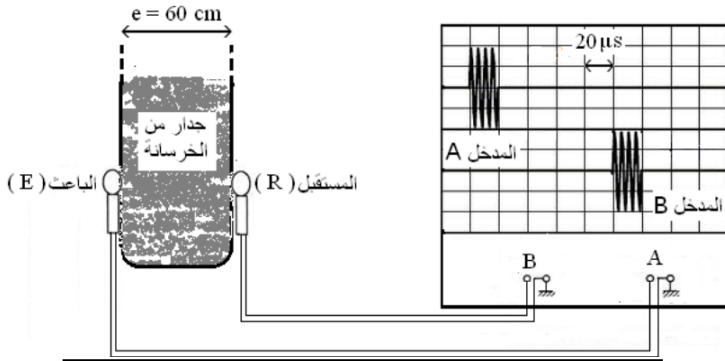
ج.  $y_B(t) = y_E(t - 2\tau_B)$  د.  $y_B(t) = y_E(t - \frac{\tau_B}{2})$

### فحص جودة الخرسانة بالموجات فوق الصوتية:

يمثل الرسم التذبذي في الشكل الآتي الإشارة المرسل من طرف الباعث (E) للجهاز الفاحص الرقمي المثبت على واجهة جدار والإشارة المستقبلة من طرف المستقبل (R) لنفس الجهاز والمثبت على الواجهة الأخرى لنفس الجدار ذي السمك  $e = 60cm$ .

تتعلق جودة الخرسانة بقيمة سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية عبرها كما يبين الجدول أسفله

أوجد قيمة  $v$  سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية عبر خرسانة هذا الجدار. استنتج جودة خرسانة هذا الجدار.

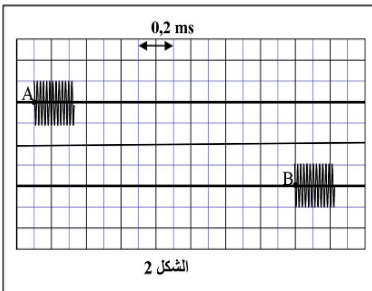


جودة الخرسانة	سرعة انتشار الموجة فوق الصوتية عبر الخرسانة بالوحدة $(m.s^{-1})$
ممتازة	أكبر من 4000
جيدة	من 3200 إلى 4000
مقبولة	من 2500 إلى 3200
رديئة	من 1700 إلى 2500
رديئة جدا	أصغر من 1700

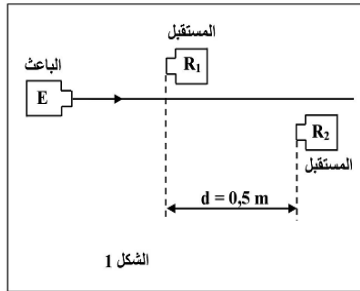
### التمرين العاشر

نضع على استقامة واحدة باعنا E للموجات فوق الصوتية ومستقبلي  $R_1$  و  $R_2$  تفصلهما المسافة  $d = 0,5m$  (الشكل 1)

نعين على شاشة كاشف التذبذب في المدخلين  $Y_1$  و  $Y_2$  الإشارتين المستقبليتين من طرف  $R_1$  و  $R_2$ ، فنحصل على الرسم التذبذي الممثل في الشكل 2. تمثل A بداية الإشارة المستقبلة من طرف  $R_1$  و النقطة B بداية الإشارة المستقبلة من طرف  $R_2$ .



الشكل 2



الشكل 1

1-1: اعتمادا على الشكل 2 حدد قيمة التأخر الزمني بين الإشارتين المستقبليتين بواسطة  $R_1$  و  $R_2$ .

1-2: حدد  $v_{air}$  سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية في الهواء.

1-3: أكتب تعبير الإستطالة  $y_B(t)$  للنقطة B عند لحظة t بدلالة استطالة النقطة A.

1- تحديد سمك طبقة جوفية من النفط:

لتحديد السمك L لطبقة جوفية من النفط، استعمل أحد المهندسين مجس جهاز الكشف بالصدى. يرسل المجس عند اللحظة  $t_0 = 0$  إشارة فوق صوتية مدتها جد وجيزة، عموديا على هذا السطح الحر للطبقة الجوفية من النفط. ينعكس على هذا

## التمرين الثاني عشر

استعمال الموجات فوق الصوتية لقياس أبعاد أنبوب فلزي.

محس بلعب دور الباعث والمستقبل ، يرسل إشارة فوق صوتية اتجاهها عمودي على محور الأنبوب الفلزي الاسطواني الشكل مدتها جد وجيزة ، (الشكل .

(3) تخترق الإشارة فوق صوتية الأنبوب وتنتشر عبره وتنعكس كلما تغير وسط الانتشار، تعود الى المحس ، حيث تتحول الى إشارة كهربائية مدتها وجيزة.

نعين بواسطة راسم تذبذبي ذاكراتي الإشارتين المنبعثة والمنعكسة معا . يمكن الرسم التذبذبي المحصل أثناء اختبار أنبوب فلزي من رسم التخطيط الممثل في الشكل 4

نلاحظ حزات رأسية  $P_0$  و  $P_1$  و  $P_2$  و  $P_3$  . (الشكل 4)  
 $P_0$  توافق اللحظة  $t = 0$  لانبعاث الإشارة.

$P_1$  : توافق لحظة التقاط الإشارة المنعكسة (1) من طرف المحس.

$P_2$  : توافق لحظة التقاط الإشارة المنعكسة (2) من طرف المحس.

$P_3$  : توافق لحظة التقاط الإشارة المنعكسة (3) من طرف المحس.

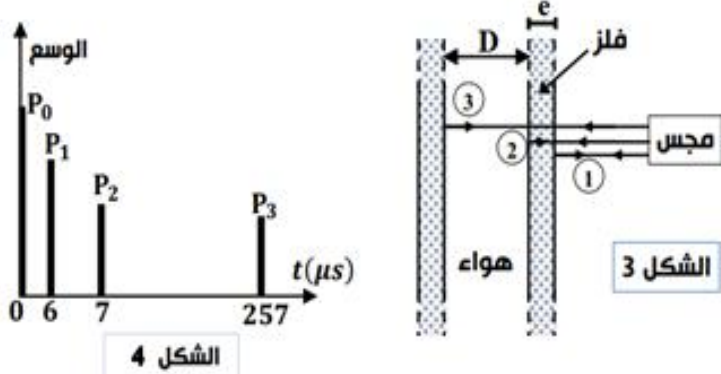
سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية:

$$V_{air} = 340 m.s^{-1} \text{ في الهواء}$$

$$V_{metal} = 10^4 m.s^{-1} \text{ في فلز الأنبوب}$$

1- أوجد السمك  $e$  لجدار الأنبوب الفلزي

2- أوجد القطر الداخلي  $D$  للأنبوب

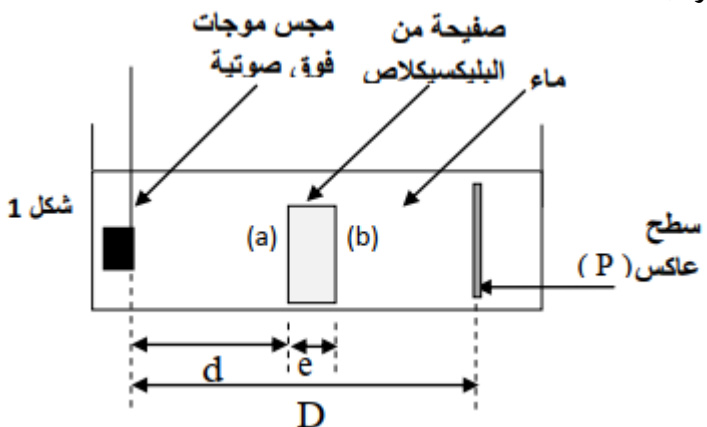


## التمرين الثالث عشر

نضع في إناء مملوء بالماء صفيحة من البليكسيكلاص سمكها  $e$  ، نغمر في الماء محسا

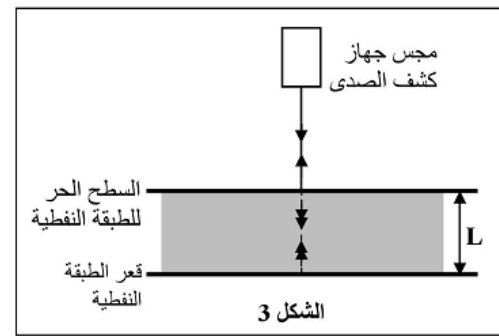
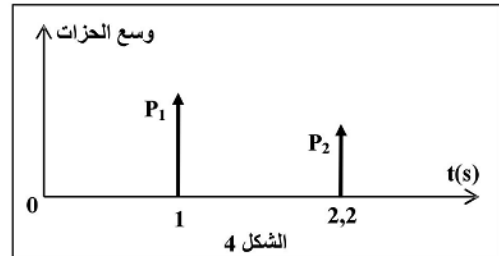
مكونا من باعث ومستقبل للموجات فوق الصوتية شكل (1)

نعين بواسطة جهاز ملائم كل من الإشارة المنبعثة والإشارة المستقبلية من طرف المحس . مدة الإشارة فوق الصوتية وجيزة جدا لذلك غنلها بحزة راسية.



1. في غياب صفيحة البليكسيكلاص، نحصل على الرسم التذبذبي الممثل في

السطح جزء من الإشارة الواردة بينما ينتشر الجزء الآخر في الطبقة الجوفية لينعكس مرة ثانية عند القعر، ثم يعود إلى المحس حيث يتحول لإشارة جديدة مدتها جد وجيزة كذلك. (الشكل 3) يكشف المحس عند اللحظة  $t_1$  عن الحزة  $P_1$  الموافقة للموجة المنعكسة على سطح الطبقة الجوفية من النفط، وعند اللحظة  $t_2$  عن الحزة  $P_2$  الموافقة للموجة المنعكسة على قعر الطبقة النفطية. يمثل الشكل 4 رسما تخطيطيا للحزتين الموافقتين للإشارتين المنعكستين. أوجد قيمة  $L$  سمك الطبقة النفطية علما أن قيمة سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية في النفط الخام هي:  $v = 1,3 km/s$ .



## التمرين الحادي عشر

لتحديد سرعة انتشار موجة ميكانيكية طول حبل، طلب أستاذ الفيزياء من أحد إحداث تشوه عند طرف حبل أفقي، وفي نفس الوقت طلب من تلميذة أن تصور

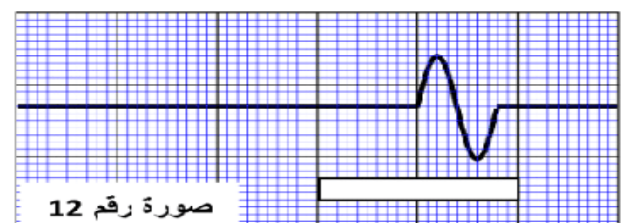
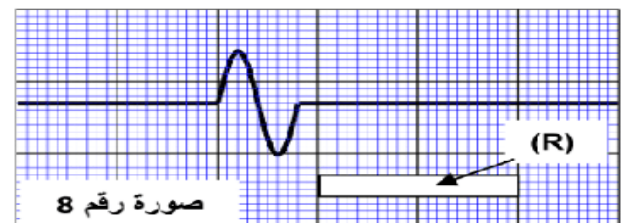
شريط فيديو لمظهر بواسطة كاميرا رقمية مضبوطة على التقاط 25 صورة في الثانية. تم وضع مسطرة بيضاء (R) طولها 1m لضبط سلم قياس الطول.

تكلف الأستاذ بمعالجة الشريط وباستخراج مختلف الصور للحبل مستعينا ببرنم معلوماتي مناسب، ثم اختار صورتين رقم 8 و رقم 12 (الشكل جانبه) قصد الدراسة والانتشار.

1- حدد المدة الزمنية  $\Delta t$  الفاصلة بين اللحظتين اللتين التقطت فيهما صورتان رقم 8 ورقم 12 للموجة

2- حدد المسافة d المقطوعة من طرف الموجة بين اللحظتين اللتين التقطت فيهما صورتان 8 و 12

3- احسب سرعة انتشار الموجة طول الحبل



الشكل (2) التقط المحس، عند اللحظة  $t_R$  الإشارة فوق الصوتية بعد ان انعكست على

الهواء والاخرى في البترول

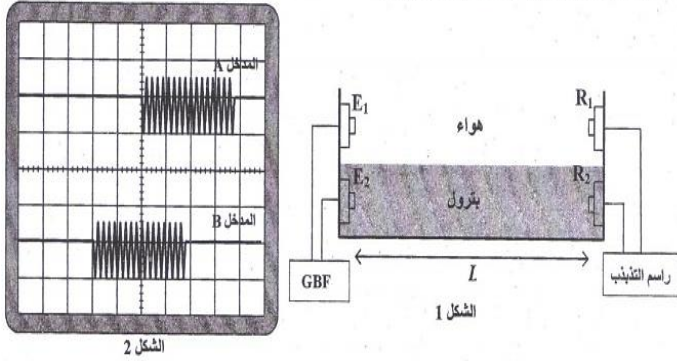
نبت في الطرف الاخر من الحوض مستقبلين  $R_1$  و  $R_2$ ، بحيث يلتقط المستقبل  $R_1$  الموجة المنتشرة في الهواء ويلتقط المستقبل  $R_2$  الموجة المنتشرة في البترول . نعين على شاشة راسم التذبذب الاشارتين الملتقطتين من طرف المستقبلين  $R_2$  و  $R_1$

معطيات :

❖ تقطع الموجتان نفس المسافة  $L = 1,84m$

❖ سرعة الموجات فوق الصوتية في الهواء  $v_{air} = 340m.s^{-1}$

❖ الحساسية الافقية لراسم التذبذب  $2ms / div$



الشكل 2

- 1- هل الموجات فوق الصوتية طولية ام مستعرضة ؟ علل جوابك
- 2- اعتمادا على الشكل (2) حدد قيمة التاخر الزمني  $\tau$  بين الموجتين الملتقطتين

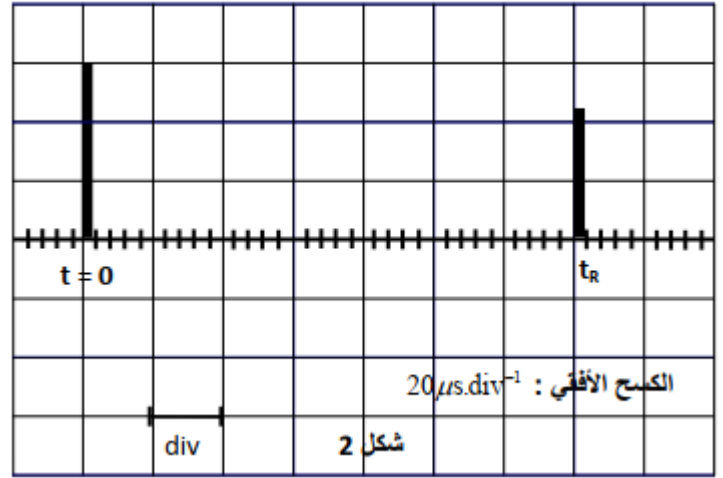
- 3- بين ان تعبير  $\tau$  يكتب على شكل  $\tau = L \cdot \left( \frac{1}{V_{air}} - \frac{1}{V_P} \right)$
- 4- اوجد القيمة التقريبية لسرعة  $V_P$

أقلام تربية



سطح ، اثبت العلاقة  $t_R = \frac{2D}{V}$  حيث  $V$  سرعة الموجة فوق الصوتية في الماء.

2. نحصل على الرسم التذبذي (شكل 3) بوجود صفيحة البليكسيكلاص داخل الإناء. نرمز ب  $t_A$  و  $t_B$  للحظتين اللتين تم عندهما التقاط الموجتين المنعكستين تباعا على السطحين الأول (a) والثاني (b) لصفيحة البليكسيكلاص.



ونرمز ب  $t'_R$  للحظة التي تم عندها التقاط الموجة المنعكسة على السطح (P)

نرمز لسرعة الموجة فوق الصوتية في البليكسيكلاص ب  $V'$

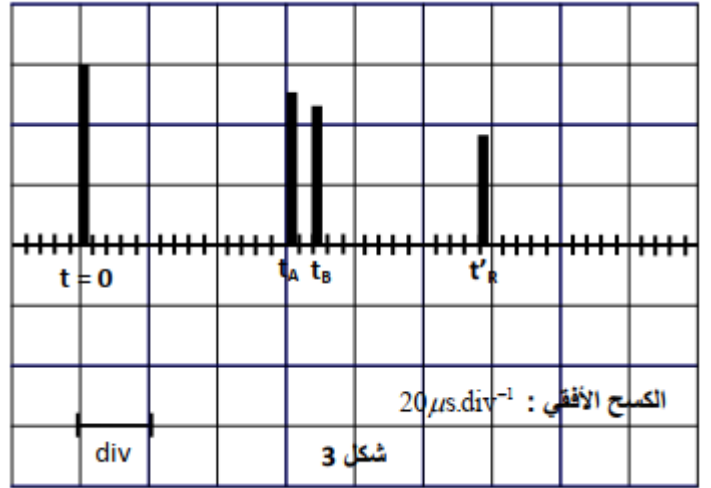
1.2 في أي وسط (الماء او البليكسيكلاص) تكون سرعة انتشار الموجة فوق الصوتية اكبر؟ علل الجواب

2.2 عبر عن  $t'_R$  بدلالة  $D$  و  $e$  و  $V$  و  $V'$

3.2 أوجد تعبير السمك  $e$  بدلالة  $V$  و  $t_R$  و  $t'_R$  و  $t_A$  و  $t_B$  .

احسب قيمة  $e$  علما أن سرعة الموجات فوق الصوتية في الماء

$$V = 1,42.10^3 m.s^{-1}$$



الدورة العادية 2018PC

تنتشر الموجات الميكانيكية في الاوساط المادية فقط، وتزداد سرعتها مع كثافة الوسط المادي: لتحديد القيمة التقريبية لسرعة الانتشار  $V_P$  لموجة فوق صوتية تنتشر في البترول سائل نقوم بالتجربة التالية عند نفس اللحظة  $t = 0$  نرسل موجتين فوق صوتيتين بواسطة باعثن  $(E_1)$  و  $(E_2)$  مرتبطين لمولد GBF ومثبتين في احد طرفي حوض يحتوي على كمية من البترول ، فنتنتشر احدهما في



# الموجة الميكانيكية المتوالية الدورية

## ❖ الوحدة 2:

3) هل تبقى سرعة الانتشار نفسها عند تغيير تردد الهزاز ؟ ما الظاهرة التي ثم إبرازها خلال هذه التجربة ؟

### التمرين الرابع

يحتوي حوض للموجات على ماء سمكه ثابت. نحدث على سطح الماء بواسطة صفيحة مستقيمة ، مرتبطة بهزاز تردده  $N = 50\text{Hz}$  موجة متوالية جيبية.

$$d = 3,2\text{cm}$$

1. نضيء سطح الماء بواسطة ومامض تردد ومضاته Ne قابل للضبط. يمثل الشكل أسفله مظهر سطح الماء عندما نضبط التردد على القيمة  $50\text{Hz}$ .

1-1. حدد طول

الموجة  $\lambda$ .

2.1 حدد  $V$  سرعة انتشار الموجة على سطح الماء.

2. نعتبر النقطة  $S$  التي

تنتمي إلى الصفيحة منبعاً

للموجة المحدثة و النقطة

$M$  نقطة من وسط

الانتشار.

1.2 قارن الحالة

الاهتزازية للنقطتين  $S$  و  $M$ .

2.2 أحسب التأخر الزمني بين النقطتين

3. نضع حاجزاً به فتحة عرضها  $a = 8\text{mm}$  أمام الموجة الواردة.

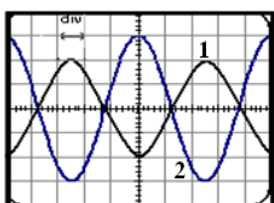
1.3 ما اسم الظاهرة و ماهي شروط حدوثها؟

2.3 ارسم الظاهرة الملاحظة؟ محدداً خاصياتها.

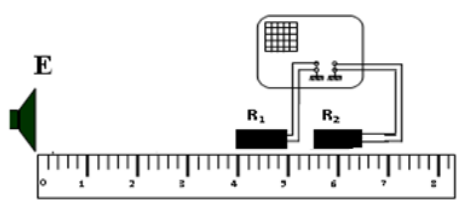
### التمرين الخامس

الموجات فوق الصوتية موجات ميكانيكية ثلاثية البعد يزيد ترددها على  $20\text{KHz}$  لا تستطيع أذن الإنسان التقاطها تستغل في عدة مجالات كالطب و الصيد البحري . ☒ على مسطرة مدرجة نضع باعاً  $E$  للموجات فوق الصوتية ومستقبلين  $R_1$  و  $R_2$  لتلك الموجات بحيث يكون الباعث  $E$  و المستقبلان على نفس الاستقامة وفق المسطرة المدرجة. يرسل الباعث موجة فوق صوتية متتالية جيبية تنتشر في الهواء وتصل إلى المستقبلين  $R_1$  و  $R_2$  . تطبق الإشارتان المنقطتان من طرف المستقبلين  $R_1$  و  $R_2$  ، تباعاً على

المدخلين  $Y_1$  و  $Y_2$  لرسم التذبذب (الشكل 1).



شكل 2



شكل 1

بين ذروتين متتاليتين هي  $d = 70\text{m}$ .

1- يعطي الشكل 1 مقطعاً رأسياً لمظهر سطح الماء عند لحظة  $t$ . نهمل

### التمرين الأول

نثبت حبلاً مرناً بالطرف  $S$  لشفرة معدنية تهتز بتردد  $f$ . في اللحظة  $t = 0\text{s}$  يحدث الإهتزاز الرأسى للشفرة موجة متوالية جيبية في الطرف  $S$  ، فتنتشر طول الحبل بدون هود وبدون انعكاس .

تمثل التبيان جانبه مظهر جزء من الحبل في لحظة تاريخها  $t$  .

1) حدد مبياناً طول الموجة المدروسة .

2) أحسب

سرعة انتشار

الموجة طول

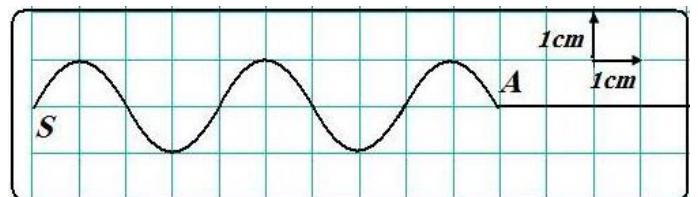
الحبل .

3) نعتبر نقطتين

$M$  و  $N$  من الحبل بحيث :  $SM = 3\text{cm}$  و  $SN = 4\text{cm}$  .

قارن حركتي  $M$  و  $N$  مع حركة المنبع ثم حركة  $M$  مع  $N$  .

### التمرين الثاني



نحدث صفيحة رأسية على سطح ماء في حوض للموجات ، موجات متوالية مستقيمة ترددها  $f = 50\text{Hz}$

يمثل الشكل جانبه مقطعاً رأسياً لسطح الماء، عند لحظة  $t_1$  :

1) هل الموجة المنتشرة على سطح الماء مستعرضة أم طولية ؟ علل جوابك .

2) عين وسع الموجة ، ثم سرعة انتشارها  $v$  .

3) علماً أن المنبع  $S$  يبدأ حركته عند اللحظة  $t = 0\text{s}$  أحسب  $t_1$  .

4) يطفو جسم خفيف  $M$  على سطح الماء على بعد  $d = 7\text{cm}$  من

المنبع  $S$  . قارن حركة الجسم الخفيف بحركة المنبع  $S$  .

5) أحسب التأخر الزمني  $\tau$  لحركة النقطة  $M$  بالنسبة للمنبع  $S$  .

### التمرين الثالث

نحدث موجة دائرية

متوالية على سطح

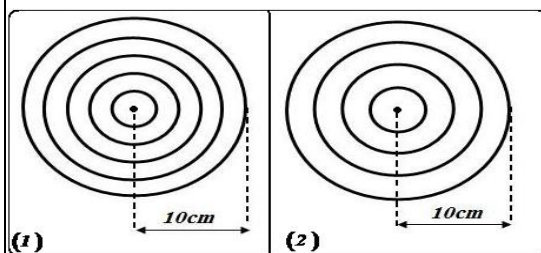
الماء في

حوض الموجات .

نصور سطح الماء

بالنسبة لترددين

مختلفين



و  $f_1 = 20\text{Hz}$  و  $f_2 = 10\text{Hz}$  ، فنحصل على الشكلين (1) و

(2)

1) هل الموجة المدروسة طولية أم مستعرضة ؟ علل الجواب .

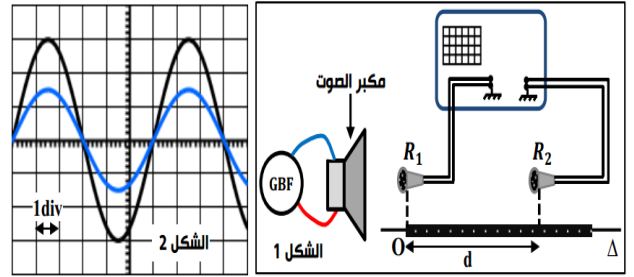
2) حدد طول الموجة ، واستنتج سرعة انتشارها على سطح الماء في حالة

نعطي الحساسية الأفقية لرأس التذبذب  $6.10^{-6} s/div$   
 ✓ عندما يوجد المستقبلان  $R_1$  و  $R_2$  معا عند التدرجة  $4cm$  ، نلاحظ على شاشة راسم التذبذب أن المنحنيان الموافقان للإشارتين الملتقطتين من طرف  $R_1$  و  $R_2$  متوفقيين في الطور.  
 ✓ نترك  $R_1$  ثابت و نبعد  $R_2$  وفق المسطرة المدرجة، فنحصل على نقطة يكون فيها المنحنى الموافق للإشارة الملتقطة من طرف  $R_2$  على تعاكس في الطور مقارنة مع منحنى الموافق للإشارة الملتقطة من طرف  $R_1$  عند التدرجة  $6,55cm$

- 1- حدد المنحنى الموافق للإشارة الملتقطة من طرف المستقبل  $R_1$  و  $R_2$  مع
- 2- حدد  $T$  دور الموجة فوق الصوتية المستقبلية من طرف  $R_1$  و  $R_2$  و استنتج  $N$  ترددها
- 3- حدد  $\lambda$  طول الموجة للموجة فوق الصوتية و استنتج  $V_{air}$  سرعة انتشارها في الهواء

### التمرين السادس الدورة الاستدراكية 2008SVT

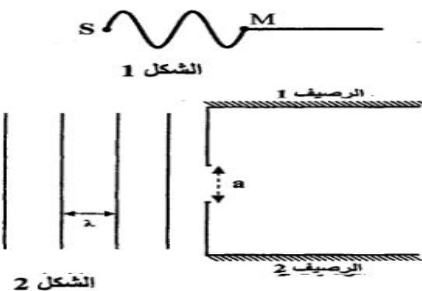
خلال حصص للأشغال التطبيقية قام أستاذ رفقة تلاميذه بتحديد سرعة انتشار الصوت داخل قاعة الدرس التعيين التجريبي لسرعة انتشار الصوت لتحديد سرعة انتشار الموجات الصوتية في الهواء ، تم انجاز التركيب التجريبي



- الممثل في الشكل (1) ، حيث الميكروفونان  $R_1$  و  $R_2$  تفصل بينهما المسافة  $d$  . يمثل الرسمان التذبذبيان الممثلان في الشكل (2) تغيرات التوتر بين مربطي كل ميكروفون بالنسبة للمسافة  $d_1 = 41cm$   
 الحساسية الأفقية للمدخلين هي  $0,1ms / div$  .  
 1.1. عين مبيانيا قيمة الدور  $T$  للموجات الصوتية المنبعثة من مكبر الصوت.  
 1.1. نزيح أفقيا الميكروفون  $R_2$  وفق المستقيم  $(\Delta)$  الى أن يصبح الرسمان التذبذبيان من جديد ولأول مرة على توافق في الطور، فتكون المسافة بين و هي  $d_2 = 61,5cm$  .  
 أ. حدد قيمة  $\lambda$  طول الموجة للموجة الصوتية.  
 ب. احسب  $V_{air}$  سرعة انتشار الموجة الصوتية في الهواء.

### الدورة الاستدراكية 2009PC

- تحدث الرياح في أعالي البحار أمواجاً تنتشر نحو الشاطئ. يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة هذه الأمواج.  
 نعتبر أن الموجات المنتشرة على سطح البحر متوالية وجيبية دورها  $T = 7s$  .  
 3- هل الموجة المدروسة طولية أم مستعرضة؟ علل جوابك.  
 4- أحسب  $V$  سرعة انتشار الموجة علماً أن المسافة الفاصلة



ظاهرة التبدد، ونعتبر  $S$  منبعاً للموجة و  $M$  جبهتها التي تبعد عن  $S$  بالمسافة  $SM$  .  
 1-3: أكتب باعتمادك على الشكل 1، تعبير  $\tau$  التأخر الزمني حركة  $M$  بالنسبة لحركة  $S$  بدلالة طول الموجة  $\lambda$  . أحسب قيمة  $\tau$  .  
 2-3: حدد، معللاً جوابك، منحنى حركة  $M$  لحظة وصول الموجة إليها.

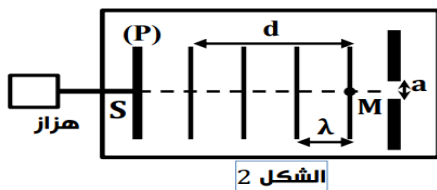
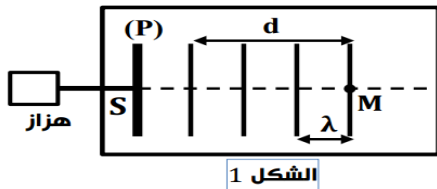
- 2- تصل الأمواج إلى بوابة، عرضها  $a = 60m$  ، توجد بين رصيفي ميناء (الشكل 2). انقل الشكل 2 ومثل عليه الموجات بعد اجتيازها البوابة، وأعط اسم الظاهرة الملاحظة

### الدورة العادية 2014PC

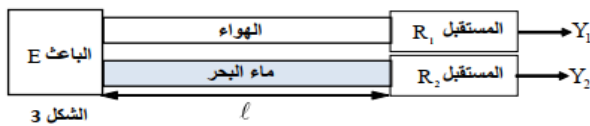
- غالبا ما تحدث الزلازل التي تقع في أعماق المحيطات ظاهرة طبيعية تسمى تسونامي، وهي عبارة عن موجات تنتشر على سطح المحيط لتصل إلى الشواطئ بطاقة عالية ومدمرة. نمذج ظاهرة تسونامي بموجات ميكانيكية متوالية دورية تنتشر على سطح الماء بسرعة  $v$  تتغير مع عمق المحيط  $h$  وفق العلاقة  $v = \sqrt{gh}$  في حالة المياه القليلة العمق مقارنة مع طول الموجة  $(\lambda \gg h)$  ، حيث الرمز  $\lambda$  يمثل طول الموجة و  $g$  شدة الثقالة. نعطي  $g = 10m.s^{-2}$   
 ندرس انتشار موجة تسونامي في جزء من المحيط نعتبر عمقه ثابتا  $h = 6000m$   
 1- علل أن الموجات التي تنتشر على سطح المحيط مستعرضة.  
 2- أحسب السرعة  $v$  للموجات الميكانيكية المنتشرة على سطح الماء في هذا الجزء من المحيط.  
 3- علماً أن المدة الزمنية الفاصلة بين ذروتين متتاليتين هي  $T = 18min$  ، أوجد طول الموجة  $\lambda$   
 4- في الحالة  $(\lambda \gg h)$  ، يبقى تردد موجات تسونامي ثابتا خلال انتشارها نحو الشاطئ. كيف تتغير طول الموجة  $\lambda$  عند الاقتراب من الشاطئ؟ علل جوابك. تمر موجة تسونامي بين جزيرتين  $A$  و  $B$  يفصل بينهما مضيق عرضه  $d = 100km$  . (الشكل جانبه) نعتبر أن عمق المحيط بجوار الجزيرتين يبقى ثابتاً وأن موجة تسونامي الواردة مستقيمة طول موجتها  $\lambda = 120km$  . (الشكل جانبه)  
 5- هل تحقق شرط حدوث ظاهرة حيود موجة تسونامي عند اجتيازها المضيق؟ علل جوابك.  
 في حالة حدوث الحيود:  
 6-1- أعط، معللاً جوابك طول الموجة المخيدة.  
 6-2- أحسب زاوية الحيود  $\theta$  .

### الدورة العادية 2010

- تحدث صفيحة رأسية  $(P)$  متصلة بهزاز تردده  $N = 50Hz$  ، موجات مستقيمة متوالية جيبية على السطح الحر للماء في حوض الموجات، حيث تنتشر دون خمود ولا انعكاس . يمثل الشكل 1 مظهرها لسطح الماء في لحظة معينة حيث

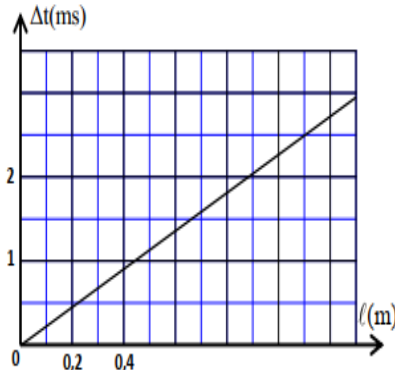


- 1.1 حدد باعتماد الشكل 1 قيمة طول الموجة  $\lambda$  .
- 2.1 استنتج قيمة  $v$  سرعة انتشار الموجة على سطح الماء.



الشكل 3

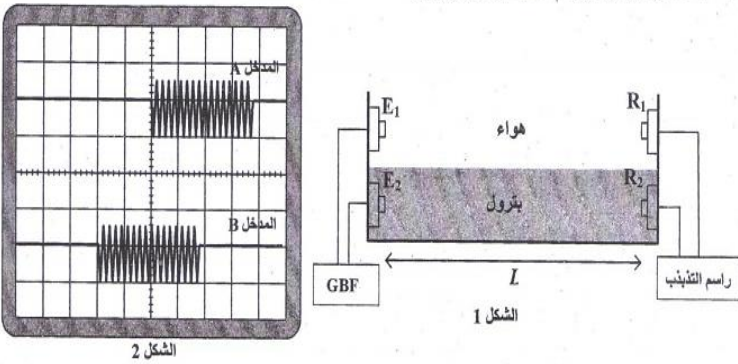
ليكن  $\Delta t$  التأخر الزمني لاستقبال الموجات المنتشرة في الهواء بالنسبة لاستقبال الموجات المنتشرة في ماء البحر و ليكن  $l$  المسافة الفاصلة بين الباعث والمستقبلين (الشكل 3). نقيس التأخر الزمني  $\Delta t$  بالنسبة لمسافات مختلفة بين الباعث والمستقبلين فنحصل على منحني الشكل 4. عبر عن  $\Delta t$  بدلالة  $l$  و  $V_a$  و  $V_e$  سرعة انتشار الموجة في ماء البحر. حدد قيمة  $V_e$ .



الشكل 4

### الدورة العادية 2018PC

تنتشر الموجات الميكانيكية في الاوساط المادية فقط، وتزداد سرعتها مع كثافة الوسط المادي: لتحديد القيمة التقريبية لسرعة الانتشار  $V_p$  لموجة فوق صوتية تنتشر في البترول نأخذ التجربة التالية عند نفس اللحظة  $t = 0$  نرسل موجتين فوق صوتيتين بواسطة باعثين  $(E_1)$  و  $(E_2)$  مرتبطين لمولد  $GBF$  ومثبتين في احد طرفي حوض يحتوي على كمية من البترول، فنتنتشر احداهما في الهواء والاخرى في البترول نثبت في الطرف الاخر من الحوض مستقبلين  $R_1$  و  $R_2$ ، بحيث يلتقط المستقبل  $R_1$  الموجة المنتشرة في الهواء ويلتقط المستقبل  $R_2$  الموجة المنتشرة في البترول. نعاين على شاشة راسم التذبذب الاشارتين الملتقطتين من طرف المستقبلين  $R_2$  و  $R_1$  معطيات:



❖ تقطع الموجتان نفس المسافة  $L = 1,84m$

❖ سرعة الموجات فوق الصوتية في الهواء  $v_{air} = 340m.s^{-1}$

❖ الحساسية الأفقية لراسم التذبذب  $2ms/div$

- 1- هل الموجات فوق الصوتية طولية ام مستعرضة ؟ علل جوابك
- 2- اعتمادا على الشكل (2) حدد قيمة التأخر الزمني  $\tau$  بين الموجتين الملتقطتين

$$3- \text{بين ان تعبير } \tau \text{ يكتب على شكل } \tau = L \cdot \left( \frac{1}{V_{air}} - \frac{1}{V_p} \right)$$

4- اوجد القيمة التقريبية لسرعة  $V_p$

3.1 نعتبر النقطة M من وسط الانتشار. أحسب قيمة  $\tau$  التأخر الزمني لاهتزاز النقطة M بالنسبة للمنبع S ثم قارن الحالة الاهتزازية لهاتين النقطتين.

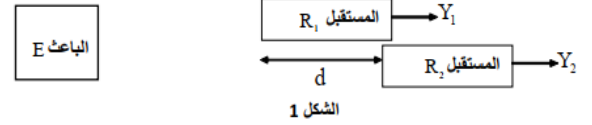
4.1 أنصاعف تردد الهرزاز  $N' = 2N$ ، فيصبح طول الموجة هو:  $\lambda' = 3mm$  أحسب قيمة  $v$  سرعة انتشار الموجة في هذه الحالة. هل الماء وسط مبدد للموجات ؟ علل جوابك.

2. نضبط من جديد تردد اهزاز على القيمة  $N = 50Hz$  ونضع في حوض الموجات صفيحتين رأسييتين تكونان حاجزا به فتحة عرضها قابل للضبط كما يبين الشكل 1. مثل، معلا جوابك، مظهر سطح الماء بعد اجتياز الموجة الحاجز في الحالتين التاليتين:  $a_1 = 4mm$  و  $a_2 = 10mm$

### الدورة الاستدراكية 2016SM

من بين تطبيقات الموجات فوق الصوتية، استعمالها في استكشاف تضاريس أعماق يهدف هذا التمرين إلى تحديد سرعة انتشار موجة فوق صوتية في الهواء و في ماء البحر.

تحديد سرعة انتشار موجة فوق صوتية في الهواء نضع باعثا E للموجات فوق الصوتية و مستقبلين  $R_1$  و  $R_2$  كما هو مبين في الشكل. يرسل الباعث E موجة فوق صوتية متوالية جيئية تنتشر في الهواء لتصل إلى المستقبلين  $R_1$  و  $R_2$  نعاين بواسطة راسم



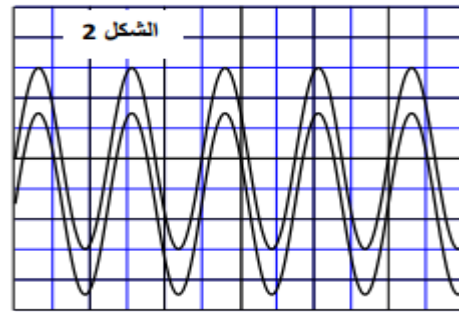
الشكل 1

التذبذب في المدخل Y1 الإشارة الملتقطة من طرف R1 و في المدخل Y2 الإشارة الملتقطة من طرف R2. عندما يوجد المستقبلان  $R_1$  و  $R_2$  معا على نفس المسافة من الباعث، يكون المنحنيان الموافقان للإشارتين الملتقطتين على توافق في الطور (الشكل 2). نبعد R2 عن R1 فنلاحظ أن المنحنيين يصبحان غير متوافقين في الطور. باستمرار إبعاد R2 عن R1 يصبح المنحنيان من جديد و لرابع مرة على توافق في الطور عندما تأخذ المسافة بين  $R_1$  و  $R_2$  القيمة  $d = 3,4cm$  (الشكل 1).

1- اختر الاقتراح الصحيح من بين الاقتراحات التالية:

- أ- الموجات فوق الصوتية موجات كهرومغناطيسية .
  - ب- لا تنتشر الموجات فوق الصوتية في الفراغ .
  - ج- لا يمكن الحصول على ظاهرة الحيود بواسطة الموجات فوق الصوتية .
  - د- تنتشر الموجات فوق الصوتية في الهواء بسرعة انتشار الضوء .
- 2- حدد التردد N للموجة فوق الصوتية المدروسة.
- 3- تحقق أن سرعة انتشار الموجة فوق الصوتية في الهواء هي.

$$V_{air} = 340m/s$$



الشكل 2 الحساسية الأفقية  $S_H = 10\mu s.div^{-1}$

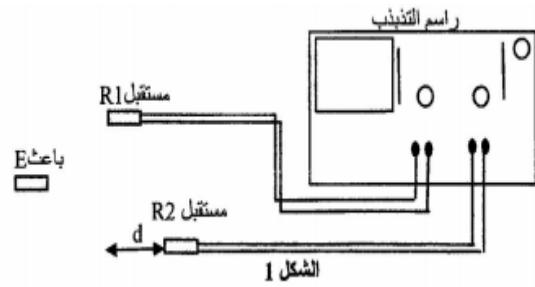
تحديد سرعة انتشار الموجة فوق الصوتية في ماء البحر يرسل الباعث الموجة فوق الصوتية السابقة في أنبوبين، أحدهما به هواء والآخر مملوء بماء البحر (الشكل) يلتقط المستقبل  $R_1$  الموجات المنتشرة في الهواء و يلتقط المستقبل  $R_2$  الموجات المنتشرة في ماء البحر .



يعتبر الفحص بالصدأ أداة للتشخيص الطبي تستعمل تقنيتيه مجسما للموجات فوق الصوتية

### تحديد سرعة موجة فوق صوتية في الهواء

نريد تحديد سرعة موجة فوق صوتية في الهواء انطلاقا من قياس طول الموجة  $\lambda$  لاشارة منبعثة من مجس للفحص بالصدأ ترددها  $N = 40KHz$



نستعمل لهذا الغرض باعنا  $E$  بمحدث موجة دورية جيبية لها نفس تردد الموجة. يوجد

المستقبلان  $R_1$

و  $R_2$  على نفس المسافة من الباعث  $E$  عندما نبعد المستقبل  $R_2$  بمسافة  $d$  ، نلاحظ ان احد المنحنين الجيبيين المعانين على شاشة راسم التذبذب يتأخر عن الاخر . يكون المنحنيان على توافق في الطور في كل مرة تكون فيها المسافة  $d$  بين  $R_1$  و  $R_2$  مضاعفا  $n$  لطول الموجة  $\lambda$  مع  $n \in N^*$

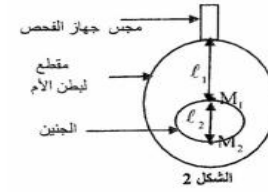
1-1 اعط تعريف طول الموجة

1-2 اختر الجواب الصحيح من بين الاقتراحات التالية :

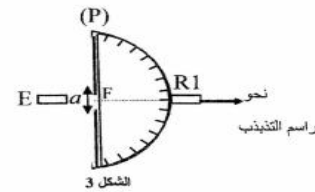
- الموجة فوق صوتية تنقل المادة
  - الموجة فوق الصوتية موجات ميكانيكية
  - تنتشر الموجات فوق الصوتية بنفس السرعة في جميع الاوساط
  - مجال تردد الموجات فوق الصوتية هو:  $400nm \leq \lambda \leq 800nm$
- 1-3 بالنسبة للتجربة المنجزة ، نجد  $d = 10,2cm$  بالنسبة ل  $n = 12$  حدد سرعة الموجة في الهواء

### التطبيق على الفحص بالصدأ

يلعب مجس الفحص بالصدأ في نفس الوقت دور الباعث ودور المستقبل . عندما تنتشر الموجات في جسم الانسان ، تنعكس جزئيا على الجدار الفاصل بين وسطين مختلفين . يستقبل المجس الموجة المنعكسة جزئيا ويتم تحليلها بواسطة نظام معلوماتي.



يمثل الشكل (2) تبيانة مبسطة لعملية الفحص بالصدأ لجنين



حيث يتم الانعكاس الجزئي للاشارة عند كل من النقطة  $M_1$  والنقطة  $M_2$

أثناء الفحص يرسل باعث

المجس، عند اللحظة  $t = 0$

موجات متتالية فوق صوتية . يستقبل المجس اول موجة منعكسة عند اللحظة

$$t = t_1 = 80\mu s$$

وثاني موجة منعكسة عند اللحظة  $t = t_2 = 130\mu s$

2- نعتبر ان سرعة الموجات فوق الصوتية في جسم الانسان هي:

$$V_c = 1540m.s^{-1}$$

اوجد السمك  $l_2$  للجنين

### حيود موجة فوق صوتية في الهواء

يحتوي التركيب التجريبي الممثل في تبيانة الشكل 3 على الباعث :

الباعث  $E$  الذي يرسل موجات فوق صوتية ترددها  $N = 40KHz$  تنتشر في الهواء،

المستقبل  $R_1$  مرتبط براسم التذبذب

✓ صفيحة معدنية ( $P$ ) بها شق مستطيلي عرضه  $a$  صغير جدا بالنسبة لطوله ،

✓ ورقة مدرجة تمكن من قياس الزوايا

نزيح المستقبل  $R_1$  في المستوى الافقي بزاوية  $\theta$  على قوس دائرة مركزها  $F$  وشعاعها  $r = 40cm$  وندون الزاوية  $\theta$  الموافقة لكل وسع  $U_m$  للموجة المستقبلية من طرف  $R_1$  .

1-3- قارن طول الموجة للموجة الواردة بطول الموجة للموجة الخيدة

2-3- نعطي  $a = 2,6cm$  . اوجد المسافة التي ازيح بها المستقبل لملاحظة

اول قيمة دنوية للوسع  $U_m$  لتوتر المستقبل

### الدورة الاستدراكية 2012SM

الموجات فوق الصوتية موجات ميكانيكية يمكن أن تنتشر في السوائل بسرعة تتغير مع طبيعة السائل ومع سرعة جريانه .

يهدف هذا التمرين إلى تحديد سرعة جريان الماء في قناة انتشار موجة فوق صوتية تنتشر موجة فوق صوتية ترددها  $N = 50kHz$  في الماء الساكن بسرعة  $v_0 = 1500 m.s^{-1}$

1.1- احسب طول الموجة  $\lambda$  لهذه موجة فوق صوتية في الماء الساكن .

1.2- هل تغير قيمة  $\lambda$  عند انتشار هذه الموجة فوق الصوتية في الهواء؟ علل الجواب .

### 2- قياس سرعة جريان الماء في قناة

تنتشر موجة فوق صوتية بسرعة  $v$  في ماء يجري بسرعة  $v_e$  داخل قناة، بحيث

$$\vec{v} = \vec{v}_e + \vec{v}_0$$

سرعة جريان الماء في قناة أفقية، نضع بداخلها باعنا  $E$  ومستقبلا  $R$  للموجات فوق الصوتية. يوجد الباعث  $E$  والمستقبل  $R$  على نفس المستقيم الأفقي الموازي لاتجاه حركة الماء، و تفصل بينها

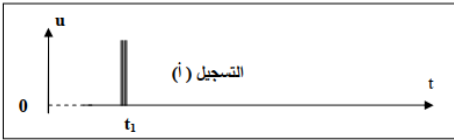
المسافة  $d = 1,0m$  يرسل الباعث  $E$  موجة فوق صوتية مدتها جد قصيرة لتلتقط من طرف المستقبل  $R$  .

يمكن جهاز معلوماتي من تسجيل الإشارة  $u(t)$  التي يلتقطها المستقبل  $R$

نسجل الإشارة  $u(t)$  في كل من الحالتين التاليتين:

الحالة الأولى :

الباعث  $E$  مثبت بالموضع  $A$  و



شكل 3

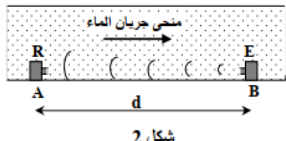


المستقبل  $R$

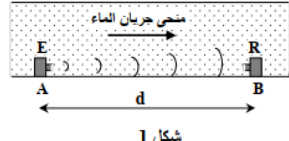
بالموضع  $B$  الشكل 1 .

الحالة الثانية : الباعث  $E$  مثبت بالموضع  $B$  والمستقبل  $R$  بالموضع  $A$  الشكل 2.

نعتبر لحظة إرسال الباعث  $E$  للموجة فوق الصوتية أصلا للتواريخ، بالنسبة لكل حالة



شكل 2



شكل 1

حدد التسجيل الموافق للحالة الثانية. علل الجواب.

2.2- يمثّل  $\tau$  الفرق الزمني بين مدتي انتشار الموجة من الباعث  $E$  إلى المستقبل  $R$  في الحالتين.

أ - أوجد تعبير الفرق الزمني  $\tau$  بدلالة  $v_e$  و  $v_0$  و  $d$  .

ب - باعتبار السرعة  $v_e$  مهملة أمام  $v_0$  ، حدد السرعة  $v_e$  لجريان الماء في القناة علما أن .

$$\tau = 2\mu s$$

### الوحدة 3: الموجة الضوئية

#### التمرين الأول

تنتشر الموجة الضوئية في جميع الاوساط الشفافة ذات معامل الانكسار  $n$  ,  
اتمم الجدول التالي

الماء	الفراغ	الماء	الهواء
$\lambda (nm)$ طول الموجة	550		
معامل الانكسار $n$		1,33	
سرعة الانتشار $(m/s)$	$3.10^8$		$2.10^8$
التردد $(Hz)$			

#### التمرين الثاني

معامل الانكسار للزجاج هو :

$$n_R = 1,618 \quad \checkmark$$

$$\lambda_R = 768 nm$$

$$n_V = 1,655 \quad \checkmark$$

$$\lambda_V = 434 nm$$

1) أحسب سرعتي انتشار الموجتين الضوئيتين في الزجاج

$$c = 3.10^8 m.s^{-1}$$

2) استنتج خاصية الزجاج التي تبرزها هذه النتيجة.

#### التمرين الثالث

يمثل الشكل أسفله حيود ضوء لآزر بواسطة شق عرضه  $a$  على شاشة توجد

على مسافة  $D = 2,0 m$  من الشق . نعطى طول

$$\lambda_R = 670 nm$$

1) ارسم تبيانة التركيب التجريبي موضحا إذا كان الشق أفقيا أم رأسيا .

2) بين على التبيانة المقادير  $a$  و  $D$  و  $L$  عرض البقعة المركزية ، و  $\theta$  الفرق الزاوي بين مركز البقعة المركزية و أول هذب مظلم .

3) أكتب العلاقة بين  $a$  و  $\lambda$  و  $\theta$

4) نقيس على الشاشة عرض البقعة المركزية فنجد :

$$L_R = 12 mm$$

5) نستعمل منبع لآزر يعطي ضوءا أخضر طول موجته  $\lambda_V = 532 nm$

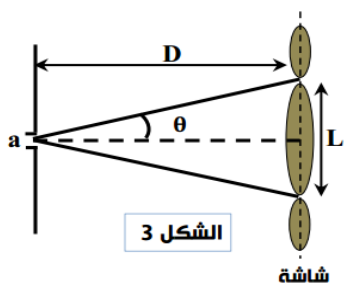
مع الاحتفاظ بنفس التركيب التجريبي .

1.5) أحسب  $L_V$  عرض البقعة المركزية بالنسبة للضوء الأخضر .



2.5) كيف يتغير شكل ظاهرة الحيود على الشاشة مع طول الموجة ؟

#### التمرين الرابع الدورة الاستدراكية 2008



الشكل 3

لتحديد طول الموجة  $\lambda$  موجة

ضوئية ، تمت إضاءة شق عرضه

$a = 5.10^{-5} m$  بواسطة حزمة ضوئية

أحادية اللون . يلاحظ على الشاشة

توجد على مسافة  $D = 3m$  من

الشق تكون بقع ضوئية شكل 3

أعطى قياس عرض البقعة المركزية

$$L = 7,6.10^{-2} m$$

1.1. سم الظاهرة التي تبرزها هذه التجربة.

2.1. عبر بدلالة  $L$  و  $D$  عن الفرق الزاوي  $\theta$  بين وسط الهذب

المركزي وأول هذب مظلم . نأخذ  $\tan(\theta) \approx \theta$

1.3 احسب  $\lambda$  .

#### التمرين الخامس الدورة الاستدراكية 2011

الجزء 1: تحديد قطر خيط صيد السمك

لتحديد قيمة القطر  $a$  لأحد الخيوط ، تمت إضاءته بواسطة حزمة ضوئية

أحادية اللون ، منبعثة من جهاز اللازر طول موجتها في الهواء  $\lambda$  . يلاحظ

على شاشة توجد على المسافة  $D$  من الخيط

تكون بقع ضوئية . عرض البقعة المركزية هو  $L$  الشكل جانبه.

$$L = 7,5 cm ; D = 3 m ; \lambda = 623,8 nm$$

1. سم الظاهرة التي يبرزها الشكل.

2. علما أن تعبير الفرق الزاوي  $\theta$  بين وسط البقعة الضوئية

المركزية وأحد طرفيها هو  $\theta = \frac{\lambda}{a}$  ، أوجد تعبير  $a$  بدلالة  $L$  و  $\lambda$

في حالة فرق زاوي صغير جدا . احسب قيمة .

نعوض جهاز اللازر بجهاز لآزر اخر طول موجته  $\lambda'$  فنحصل على بقعة

ضوئية مركزية عرضها  $L' = 8 cm$  . عبر عن  $\lambda'$  بدلالة  $L$  و  $\lambda$  و  $L'$

$L'$  . احسب قيمة  $\lambda'$

الجزء 2: تحديد قيمة طول موجة ضوئية في الزجاج.

تم ارسال حزمة ضوئية احادية اللون منبعثة من جهاز لآزر على وجه موشور

من زجاج معامل انكساره  $n = 1,58$  .

معطيات:

- طول الموجة للحزمة الضوئية في الهواء  $\lambda_0 = 665,4 nm$

- سرعة انتشار الضوء في الفراغ وفي الهواء  $C = 3.10^8 m.s^{-1}$

1-2 أحسب قيمة  $v$  سرعة انتشار الحزمة الضوئية في الموشور.  
2-2 أوجد قيمة  $\lambda$  طول الموجة للحزمة الضوئية خلال انتشارها في الموشور

### التمرين السادس الدورة العادية 2015

تمت إضاءة شق عرضه  $a$  بواسطة حزمة ضوئية أحادية اللون منبعثة من جهاز لآزر ، طول موجتها  $\lambda$  في الهواء. يلاحظ على شاشة توجد على المسافة  $D$  من الشق تكون بقع ضوئية تبرز حدوث ظاهرة الحيود. عرض البقعة المركزية هو  $L$

عبر  $L$  بدلالة  $a$  و  $\lambda$  و  $D$

1.1 أية طبيعة للضوء تبرزها ظاهرة الحيود؟

1.1 عند استعمال الضوء ذي طول الموجة  $\lambda = 400nm$  يكون عرض البقعة المركزية هو  $L = 1,7cm$  وفي حالة ضوء طول موجته  $\lambda'$  يكون عرض البقعة المركزية هو  $L' = 3,4cm$ . أوجد قيمة  $\lambda'$ .

### التمرين السابع الامتدادية 2016

نضيء شقا رأسيا عرضه  $a = 0,1mm$  بواسطة جهاز لآزر يعطي ضوءا أحادي اللون طول موجته  $\lambda = 632,8nm$  فتظهر على شاشة توجد على مسافة  $D$  من الشق بقع ضوئية تبرز حدوث ظاهرة الحيود. يُعبر عن عرض البقعة المركزية بالعلاقة

$$L = \frac{2D\lambda}{a}$$

سرعة انتشار الضوء في الفراغ أو الهواء هي  $C = 3.10^8 m.s^{-1}$ .

1.2 حدد قيمة  $N$  تردد الضوء المستعمل.

1.2 نعيد التجربة باستعمال خيط رفيع رأسي قطره  $a_0$  فيصبح عرض البقعة المركزية هو  $L_0 = 2L$ . حدد قيمة  $a_0$ .

### التمرين الثامن الامتدادية 2017

معطى : سرعة انتشار الضوء في الفراغ  $c = 3.10^8 m.s^{-1}$

1. انتشار الضوء عبر موشور

1.1. يرد على موشور من زجاج ، ضوء أحمر أحادي اللون طول موجته في الفراغ  $\lambda_{OR} = 768nm$ . معامل الانكسار للزجاج بالنسبة لهذا الضوء هو  $n_R = 1,618$

بالنسبة للسؤالين المواليين، انقل على ورقة تحريك رقم السؤال واكتب الحرف الموافق للاقتراح الصحيح من بينما يلي:

1.1.1 التردد  $\nu_R$  للضوء الأحمر هو

أ	$\nu_R = 2,41.10^{14} Hz$	ب	$\nu_R = 3,91.10^{14} Hz$	ج	$\nu_R = 2,41.10^{16} Hz$	د	$\nu_R = 4,26.10^{16} Hz$
---	---------------------------	---	---------------------------	---	---------------------------	---	---------------------------

1.1.2 السرعة  $\nu_R$  لانتشار الضوء الأحمر في الزجاج هي

أ	$\nu_R = 1,20.10^8 m.s^{-1}$	ب	$\nu_R = 1,55.10^8 m.s^{-1}$	ج	$\nu_R = 1,85.10^8 m.s^{-1}$	د	$\nu_R = 1,90.10^8 m.s^{-1}$
---	------------------------------	---	------------------------------	---	------------------------------	---	------------------------------

3.1.1. عند ورود ضوء بنفسجي أحادي اللون، طول موجته في الفراغ  $\lambda_{ov} = 434nm$  على نفس الموشور، تكون سرعة انتشاره في الزجاج هي .

$\nu$  بمقارنة  $\nu_{vi}$  و  $\nu_R$  استنتج خاصية للزجاج.

2. انتشار الضوء عبر شق

نتجز حيود الضوء باستعمال جهاز لآزر يعطي ضوءا أحادي اللون طول

موجته في الهواء  $\lambda$ . يجتاز هذا الضوء شقا عرضه  $a$  قابلا للضغط، فنحصل على شكل للحيود على شاشة توجد على مسافة من الشق.

نقيس الفرق الزاوي  $\theta$  بالنسبة لقيم مختلفة لعرض الشق  $a$ . يعطي المنحنى

جانبه تغيرات  $\theta$  بدلالة  $\frac{1}{a}$

أنقل على ورقة تحريك رقم السؤال واكتب الحرف الموافق للاقتراح الصحيح من بين ما يلي:  
قيمة طول الموجة هي

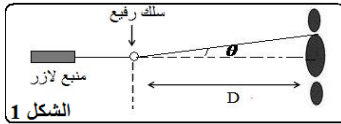
أ	$\lambda = 400nm$	ب	$\lambda = 440nm$	ج	$\lambda = 680nm$	د	$\lambda = 725nm$
---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------

### التمرين التاسع الدورة العادية علوم رياضية 2008

تمكن دراسة ظاهرة حيود الضوء من تحديد تردد الموجات الضوئية .

نجعل ضوءا أحادي اللون طول موجته منبعثا من جهاز الآزر

يرد عموديا تباعا على أسلاك رفيعة رأسية أقطارها معروفة .



نرمز لقطر السلك بالحرف  $d$ . نشاهد مظهر الحيود المحصل على شاشة بيضاء توجد على مسافة  $D$  من السلك . نقيس العرض  $L$  للبقعة

المركزية ، ونحسب انطلاقا من هذا القياس الفرق الزاوي  $\theta$  بين منتصف البقعة المركزية وأول بقعة مظلمة بالنسبة لسلك معين. (شكل 1)

معطيات :

✓ الزاوية  $\theta$  صغيرة معبر

عنها بالراديان ، حيث :

$$\tan \theta \approx \theta$$

✓ سرعة انتشار الضوء في

الهواء تقارب :  $c = 3.10^8 m.s^{-1}$

(1) أعط العلاقة بين  $\theta$  و  $d$  و  $\lambda$

(2) أوجد ، اعتمادا على الشكل 1 ، العلاقة بين  $L$  و  $\lambda$  و  $d$

(3) مثل المنحنى  $\theta = f\left(\frac{1}{a}\right)$  في الشكل 2 .

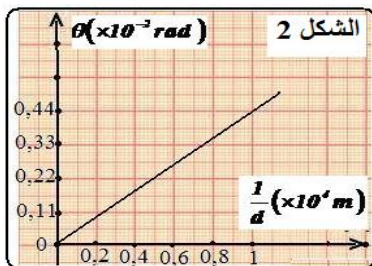
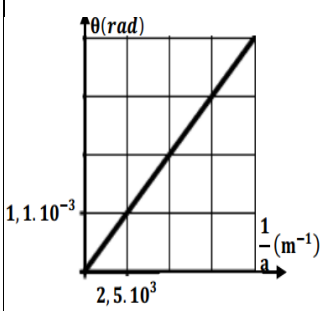
1.3 حدد انطلاقا من هذا المنحنى ، طول الموجة  $\lambda$  للضوء

الأحادي اللون المستعمل. استنتج تردد الموجة .

2.3 نضيء سلكا رفيعا بالضوء الأبيض عوض شعاع الآزر . علما أن

الجال المرئي للضوء يكون فيه طول الموجة محصورا بين  $\lambda_v = 400nm$

(البنفسجي) و  $\lambda_R = 800nm$  (الأحمر)



## الدورة الاستعدادية PC 2010

يهدف هذا التمرين إلى تحديد إلى تحديد سرعة انتشار موجة ضوئية في قلب ليف بصري وإلى تحديد معامل انكساره.

لتحديد سرعة انتشار موجة ضوئية في ليف بصري طوله  $L = 200m$  ، تم إنجاز التركيب التجريبي

الممثل في الشكل (1)

حيث يمكن الالاقطان  $R_1$

و  $R_2$  ، المركبان في

طرفي الليف البصري،

من تحويل الموجة الضوئية

إلى موجة كهربائية نعاينها على شاشة راسم التذبذب. (الشكل 2).

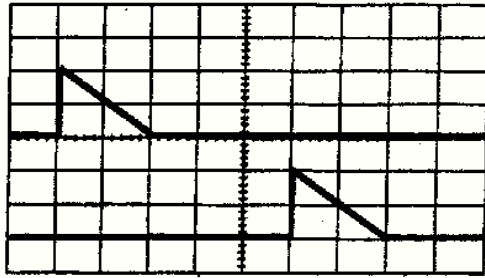
نعطي: الحساسية الأفقية هي  $0,2\mu s / div$ .

سرعة انتشار الضوء في الفراغ والهواء:  $C = 3.10^8 m/s$ .

نقرأ على لصيقة منبع اللآزر:

طول الموجة في الفراغ:  $\lambda_0 = 600nm$ .

1- باستغلال الشكل 2:



الشكل 2

1-1: حدد التأخر

الزمني  $\tau$  المسجل

بين  $R_1$  و  $R_2$ .

1-2: أحسب سرعة

انتشار الموجة

الضوئية في قلب

الليف البصري.

1-3: استنتج معامل

الانكسار  $n$  للوسط الشفاف الذي يكون قلب الليف البصري

1-4: أحسب طول الموجة الضوئية  $\lambda$  في قلب الليف.

2- الليف البصري وسط شفاف يتغير معامل انكساره مع طول الموجة

وفق العلاقة  $n = 1,484 + \frac{5,6 \cdot 10^{-15}}{\lambda^2}$  في النظام العالمي للوحدات.

نعوض المنبع الضوئي بمنبع آخر أحادي اللون طول موجته في الفراغ

$\lambda_0' = 400nm$  بدون تغيير في أي شيء التركيب السابق، أوجد التأخر

الزمني  $\tau'$  الملاحظ على شاشة راسم التذبذب.

## الدورة الاستعدادية SM 2017

نهتم في هذا التمرين بدراسة بعض خاصيات الضوء الأحمر المنبعث من جهاز

اللازر هيليوم-نيون  $He-Ne$ . طول موجة هذا الضوء في الهواء هو

$\lambda = 633nm$

معطيات: - سرعة انتشار الضوء في الهواء  $C = 3.10^8 m.s^{-1}$  ;

- بالنسبة للزوايا الصغيرة:  $\tan(\theta) \approx \theta$  حيث  $\theta$  معبر عنها

بالراديان.

الانكسار  $n_R$  للزجاج و طول الموجة  $\lambda_{0R}$  في الهواء لهذا الإشعاع

## الدورة العادية PC 2013

يأتي الحسن بن الهيثم ( 354-430 هـ) في طبعة أبرز العلماء الأوائل الذين

تناولوا بالدراسة الضوء وطبيعته؛ ويعد كتابه "المناظر" مرجعا أساسيا في

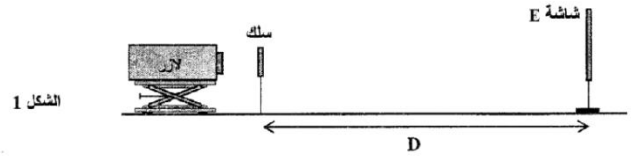
هذا المجال بحيث ترجم إلى اللاتينية أكثر من خمس مرات. ولم يظهر أي عالم

آخر في علم الضوء يعتد به. بعد ابن الهيثم، إلا في القرن السابع عشر

ميلادي حيث جاء العالمان: إسحاق نيوتن بنظريته الجسيمية للضوء

والفيزيائي والفلكي الهولندي كريستيان هويجنز بنظريته الموجة.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة بعض خاصيات الضوء وتوظيفها لتحديد



قطر شعرة.

معطيات:

✓ سرعة انتشار الضوء في الفراغ:  $c = 3.10^8 m/s$ .

✓ ثابتة بلانك:  $h = 6,63.10^{-34} J.s$ .

ننجز تجربة حيود الضوء بواسطة لآزر أحادي اللون طول موجته في الفراغ  $\lambda$

. نضع على بعد بضع سنتمترات من هذا المنبع سلكا رفيعا قطره  $a$  وعلى

المسافة  $D = 5,54m$  منه شاشة  $E$ . (الشكل 1)

نضيء السلك بواسطة منبع اللآزر فنلاحظ على الشاشة بقعا للحيود. نرمز

لعرض البقعة المركزية بالرمز  $L$ .

1- ما طبيعة الضوء التي تبرزها ظاهرة الحيود؟

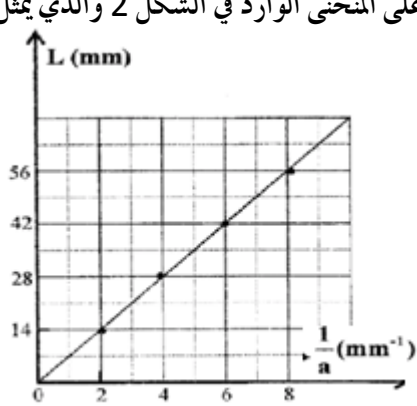
2- أوجد تعبير طول الموجة  $\lambda$  بدلالة  $D$ ،  $L$  و  $a$ . علما أن تعبير الفرق

الزاوي بين وسط البقعة المركزية وأحد طرفيها هو  $\theta = \frac{\lambda}{a}$ . (نعتبر  $\theta$  زاوية

صغيرة).

نستعمل أسلاكاً ذات أقطار مختلفة ونقيس بالنسبة لكل سلك العرض  $L$

للبقعة المركزية. نحصل على المنحنى الوارد في الشكل 2 والذي يمثل تغيرات



الشكل 2

العرض  $L$  بدلالة  $\frac{1}{a}$ .

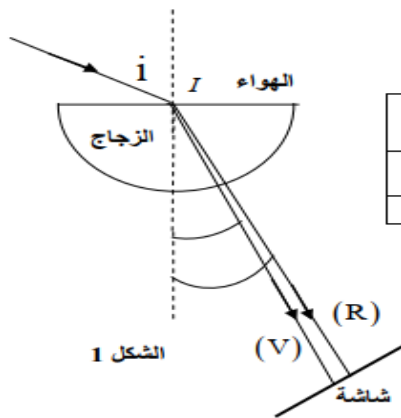
3- باستغلال المبيان، حدد طول الموجة الضوئية  $\lambda$ .

نقوم بنفس التجربة ونضع مكان السلك بالضبط شعرة قطرها  $d$ . أعطى

قياس البقعة المركزية الملاحظة على الشاشة القيمة  $L' = 42mm$ .

حدد باستعمال المبيان، القطر  $d$  للشعرة





3.2 - ينمذج معامل الانكسار  $n$  لوسط شفاف بالنسبة لإشعاع أحادي

اللون طول موجته  $\lambda_0$  في الهواء بالعلاقة:  $n = A + \frac{B}{\lambda_0^2}$  حيث  $A$  و  $B$

ثابتان تتعلقان بوسط الانتشار.

احسب قيمة كل من  $A$  و  $B$  بالنسبة للزجاج المستعمل.

## 2- حيود الضوء

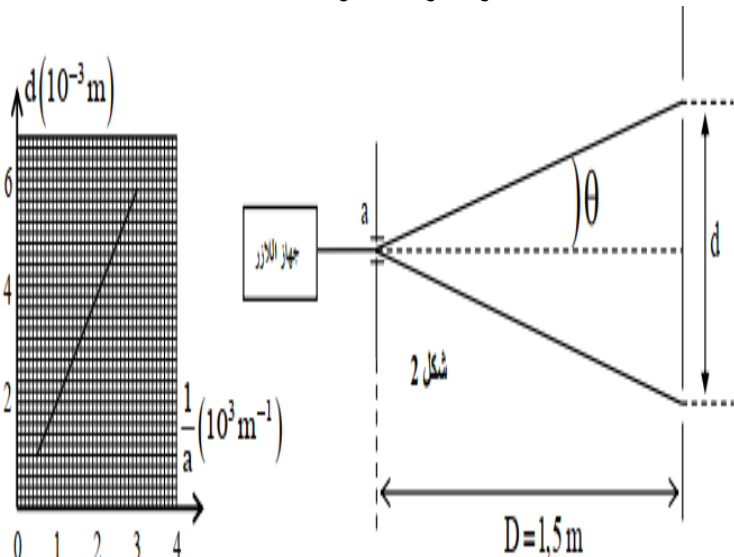
ننجز تجربة حيود ضوء طول موجته  $\lambda$  منبعث من جهاز اللز باستعمال شق عرضه  $a$  كما يبين الشكل 2

نقيس  $d$  عرض البقعة المركزية بالنسبة لقيم مختلفة للعرض  $a$  ونمثل مبيانيا

$d = f \left( \frac{1}{a} \right)$ ؛ فنحصل على المنحنى المبين في الشكل. أوجد تعبير  $d$

بدلالة  $\lambda$  و  $D$  و  $a$  علما أن  $\theta = \frac{\lambda}{a}$

باستغلال المبيان، حدد طول الموجة الضوئية  $\lambda$ .



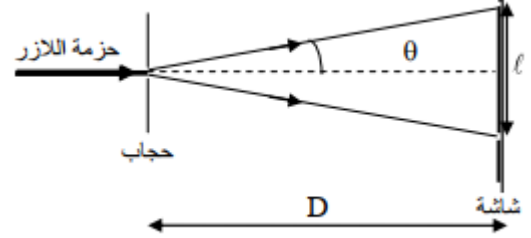
لتحديد العرض  $a$  لشق حجاب، ننجز التجربة الممثلة في الشكل

1 باستعمال ضوء أحمر أحادي اللون منبعث من جهاز اللز  $He-Ne$ .

نضيء بواسطة جهاز اللز الشق ذا العرض  $a$  فنشاهد على

شاشة توجد على مسافة  $D$  من الشق بقعا مضيئة و أخرى مظلمة بشكل

متتابع. عرض البقعة المركزية هو .



3-3- اختر الاقتراح الصحيح من بين الاقتراحات التالية:

أ- سرعة انتشار الضوء في الزجاج أكبر من سرعة انتشاره في الهواء.

ب- الفرق الزاوي هو:  $2\theta = \frac{\lambda}{a}$

ج- تردد الضوء المنبعث من جهاز اللز  $He-Ne$  هو  $\nu = 4,739.10^{14} \text{ Hz}$

د- يكون الفرق الزاوي أكبر إذا تم تعويض الضوء الأحمر بضوء بنفسجي.

3-2- في حالة الزوايا الصغيرة، أثبت تعبير العرض  $a$  بدلالة  $D$  و  $L$  و  $\lambda$ .

بالنسبة ل  $D = 1,5 \text{ m}$  نقيس عرض البقعة المركزية فنجد  $L = 3,4 \text{ cm}$ .

احسب  $a$ .

3-1- غير المسافة بين الشق والشاشة بحيث  $D' = 3 \text{ m}$ . احسب قيمة

كل من الفرق الزاوي  $\theta'$  و عرض البقعة المركزية  $L'$

## الدورة الاستدراكية 2012SM

لا يتعلق تردد موجة ضوئية بوسط الانتشار ويتعلق فقط بتردد منبعها.

تكون سرعة انتشار موجة ضوئية في وسط شفاف دائما أصغر من سرعة

انتشارها في الفراغ و تتعلق قيمتها بوسط الانتشار. كما يلاحظ أن الموجة

الضوئية عند اجتيازها لشق عرضه صغير نسبيا تحيد.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة ظاهرتي تبدد و حيود الضوء

معطيات: سرعة انتشار الموجات الضوئية في الهواء تساوي تقريبا سرعة

انتشارها  $c = 3.10^8 \text{ m/s}$  في الفراغ

لون الإشعاع	أحمر (R)	بنفسجي (V)
طول الموجة في الهواء بـ ( $\mu\text{m}$ )	0,768	0,434
معامل انكسار الزجاج	1,51	1,52

## تبدد الضوء

نرسل عند نقطة  $I$  من سطح نصف أسطوانة من الزجاج، حزمة ضوئية

متوازية من الضوء الأبيض؛ نلاحظ على الشاشة (شكل 1) ألوان الطيف

السبعة الممتدة من الأحمر (R) إلى البنفسجي (V).

3.3- عبر عن طول الموجة  $\lambda_R$  للإشعاع الأحمر في الزجاج بدلالة معامل

# التحويلات النووية



❖ التناقض الإشعاعي

❖ النوى والكتلة والطاقة



### التمرين الأول

اتم الجدول التالي

نواة	$^{238}_{92}U$	He	Cl	Co	C	$^{226}_{88}Ra$
اسم العنصر	الأورانيوم	الهيليوم	الكلور	الكوبالت	الكربون	الراديوم
عدد النويات A	.....	.....	35	60	.....	.....
عدد البروتونات Z	.....	2	17	.....	6	.....
عدد النيوترونات N	.....	2	.....	33	8	.....

### التمرين الثاني

- أذكر نص القانونين اللذين تخضع لهما التحولات النووية .
- أتمم المعادلات النووية أسفله ، مع تحديد عدد الشحنة وعدد الكتلة للنواة المتولدة وطبيعة النشاط الإشعاعي :
 

(أ)  $^{218}_{84}Po \longrightarrow ^A_ZPb + ^4_2He$

(ب)  $^{27}_{27}Co \longrightarrow ^{53}_{Z}Fe + ^0_1e$

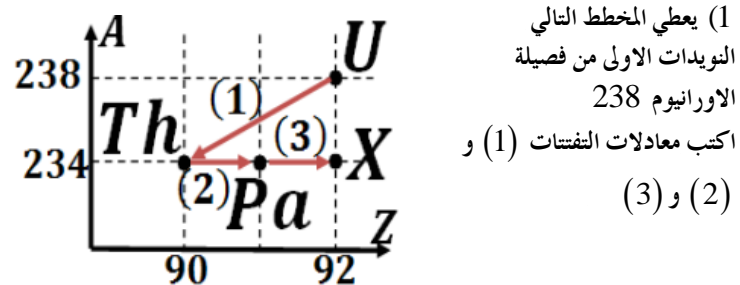
(ج)  $^{212}_{83}Bi \longrightarrow ^{208}_{81}Tl + ^A_Zx$

(د)  $^{238}_{92}U \longrightarrow ^A_ZTh + ^4_2He$
- أكتب المعادلات الموافقة للتفتتات التالية مع تحديد رموز النويدات المتولدة مستعينا بالجدول أسفله .

- 1/ التفتت  $\alpha$  للأورانيوم  $^{238}_{92}U$
- 2/ التفتت  $\beta^+$  للنيون  $^{19}_{10}Ne$
- 3/ فقدان الإثارة للآزوت  $^{14}_7N^*$

$^{234}_{90}Th$	$^{234}_{90}Pa$	$^{23}_{11}Na$	$^{19}_9F$	$^{14}_7N$	$^{12}_6C$
-----------------	-----------------	----------------	------------	------------	------------

### التمرين الثالث



- نمبر عن المعادلة الكلية لتحول نواة اليورانيوم إلى نواة الرصاص بما يلي  

$$^{238}_{92}U \longrightarrow ^{206}_{82}Pb + x ^0_{-1}e + y ^4_2He$$

أ- ماذا تمثل كل من X و Y.

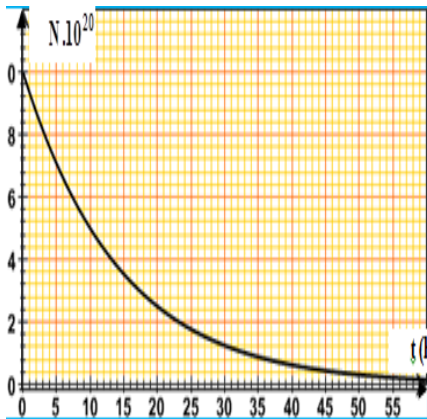
ب- بتطبيق قانون صودي للإنحفاظ ، حدد قيمة كل من X و Y

- عمر النصف لليود  $^{131}I$  المستعمل في الطب هو  $t_{1/2} = 8,1 \text{ jours}$
- أحسب ثابتة النشاط الإشعاعي  $\lambda$  لليود 131 .
- حسب عدد النوى الموجود في عينة من اليود 131 كتلتها  $m = 6 \text{ g}$
- أحسب النشاط الإشعاعي لهذه العينة .

نعطي : الكتلة المولية لليود 131 :  $M(I) = 131 \text{ g mol}^{-1}$  وثابتة أفوكادرو :  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

### التمرين الخامس

تنوفر في لحظة  $t=0$  ، على عينة من الصوديوم  $^{24}_{11}Na$  إشعاعية النشاط  $\beta^-$  كتلتها  $m_0$  . يبين المنحنى



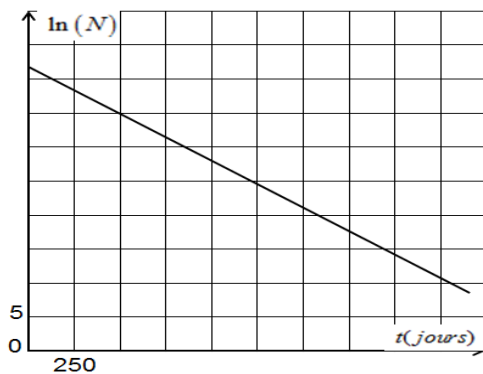
- جانبه تغير عدد النوى  $^{24}_{11}Na$  المتبقية في العينة بدلالة الزمن .
1. أحسب  $m_0$
  2. عرف عمر النصف لنويدة مشعة ، وحدد قيمته .
  3. أوجد كتلة النوى المتبقية عند اللحظة  $t = 35h$  .
  4. أوجد عدد نوى المتفتتة عند اللحظة  $t = 13h$

نعطي :  $M(^{24}_{11}Na) = 24 \text{ g mol}^{-1}$  ، ثابتة أفوكادرو  $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

### التمرين السادس

نويدة البولونيوم  $^{210}_{84}Po$  إشعاعية النشاط ينتج عن تفتتها نويدة الرصاص  $^{206}_{82}Pb$  .

- 1- أكتب معادلة تفتت هذه النويدة و حدد طبيعة نشاطها .
- 2- ليكن N عدد نوى البولونيوم 210 في عينة ، عند اللحظة  $t$  ، يُمثل المنحنى أسفله تغيرات  $\ln(N)$  بدلالة الزمن . حدد مبيانيا :
  - 1-  $2-N_0$  عدد النوى البدئي للبولونيوم 210 في العينة .
  - 2- ثابتة النشاط الإشعاعي  $\lambda$  للبولونيوم 210 .
  - 3- استنتاج  $a_0$  النشاط البدئي للعينة . البكريل .



### التمرين السابع

- النواة  $^{227}_{90}Th$  نظير مشيع لعنصر الثوريوم . تفتت مصدرة الإشعاع  $\alpha$  .
- 1- أ- ما معنى نظير مشع .
  - ب- ماهو تركيب نواة الثوريوم المشع .

ج- اكتب معادلة التفتت الإشعاعي لنواة التورיום المشع مستعينا بالجدول أسفله

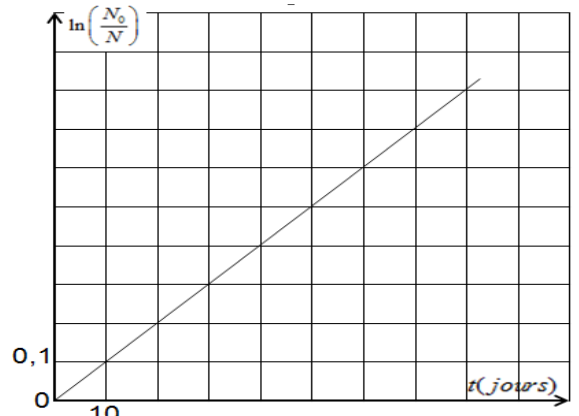
2- أحسب عدد النوى  $N_0$  المتواجدة في عينة من التورיום كتلتها  $m_0 = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mg}$ .

3- عند اللحظة  $t = 0$  تتوفر على عينة  $N_0$  من نوى التورיום المشعة يمثل المبيان في الشكل جانبه . تغيرات  $\ln\left(\frac{N_0}{N}\right)$  بدلالة الزمن  $t$  حيث

$N$  عدد نوى التورיום المشع عن اللحظة  $t$  .  
أ- أكتب قانون التناقص الإشعاعي .  
ب- عرف زمن عمر النصف .

ج- من المبيان أوجد ثابتة التفتت الإشعاعي  $\lambda$  وزمن نصف العمر لنواة التورיום  $t_{1/2}$

د. حدد اللحظة  $t$  التي تكون عندها النسبة  $\frac{N_0}{N} = \sqrt{3}$



### التمرين الثامن

يعتبر التدخين من بين الأسباب الرئيسية لسرطان الرئة , ويرجع المفعول السرطاني للتدخين بلا شك لتأثيرات كيميائية وبنسب قليلة للإشعاعات النووية , لكون دخان التبغ يحتوي على النظير  $^{210}_{84}\text{Po}$  لعنصر البولونيوم المشع والذي يتميز بزمن عمر النصف  $t_{1/2} = 138 \text{ jours}$  .

1- نواة البولونيوم إشعاعية النشاط  $\alpha$  , أكتب معادلة التفتت للنواة

محددا النواة المتولدة من بين النوى التالية  $^{206}_{81}\text{Ti}$  ,  $^{206}_{82}\text{Pb}$

2- ذكر بقانون التناقص الإشعاعي , : ثم أحسب ثابتة النشاط الإشعاعي

3- عند تناول سيجارة واحدة يستهلك المدخن حوالي  $1,72 \cdot 10^5$  نواة من نوى  $^{210}_{84}\text{Po}$  احسب النشاط الإشعاعي الناتج من تناول هذه السيجارة بوحدة

4- كم يصبح هذا النشاط بعد 15 ساعة من تناول السيجارة .

5- علما أن المفعول الإشعاعي للسيجارة يزول على جسم المدخن بعد إختفاء 99% من النوى البدئية أحسب الزمن اللازم لزوال مفعول هذه السيجارة

### التمرين التاسع

أصبح الطب النووي من بين أهم الاختصاصات في العصر الحالي، حيث يستعمل الطب النووي سواء في تشخيص أو في علاج بعض الأمراض. ويعتمد على العلاج بالإشعاع النووي لتدمير الأورام السرطانية بقذفها بالإشعاع  $\beta^-$  المنبعث من الكوبالت  $^{60}_{27}\text{Co}$  . أكتب معادلة تفتت نوية الكوبالت  $^{60}_{27}\text{Co}$  ، علما أن النوية

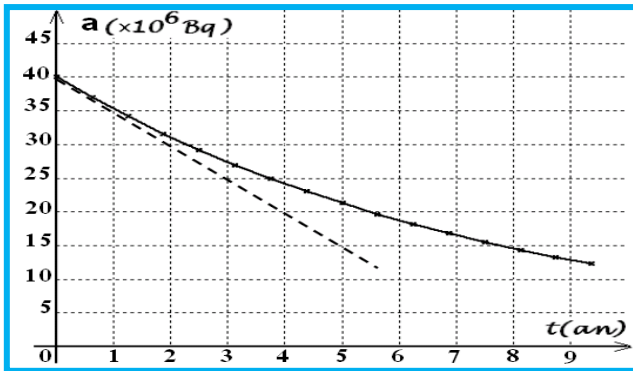
المتولدة هي نوية النيكل  $^{60}_{28}\text{Ni}$  .

2. توصل مركز استشفائي بعينة من الكوبالت  $^{60}_{27}\text{Co}$  كتلتها  $m_0$  ، عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ ، ثم انطلقت عملية تتبع تطورها عن طريق قياس نشاطها الإشعاعي  $a$  عند لحظات مختلفة . يمثل الشكل جانبه منحني الدالة  $a = f(t)$

2.1. عين مبيانيا كل من عمر النصف  $t_{1/2}$  للكوبالت و ثابتة الزمن  $\tau$  .

2.2. عين  $a_0$  النشاط البدئي للعينة ، ثم تحقق أن الكتلة الموافقة للعينة البدئية التي توصل بها المركز هي:  $m_0 \approx 1 \mu\text{g}$  .

2.3. نقبل أن العينة المتوصل بها تصبح غير فعالة في العلاج عندما يصبح نشاطها  $a = 0,25a_0$  . حدد التاريخ  $t_1$  الذي يلزم عنده تزويد المركز الاستشفائي بعينة جديدة من الكوبالت



### التمرين الحادي عشر

SVT2017

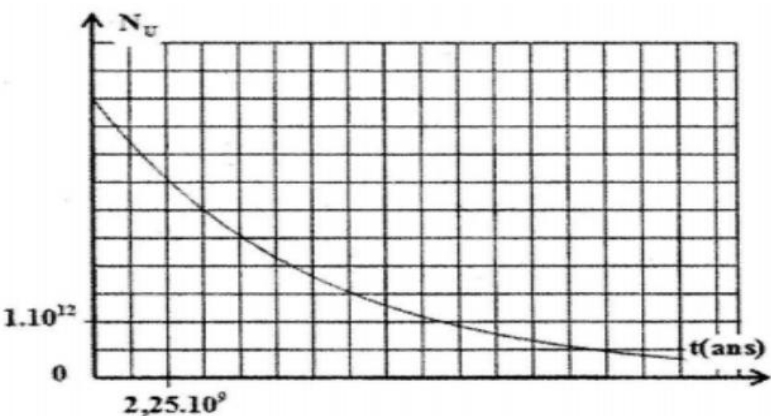
يعتبر التاريخ بطريقة الاورانيوم الرصاص من اقدم الطرق المستعملة في تحديد عمر الارض بشكل تقريبي . تتحول نواة الاورانيوم  $^{238}_{92}\text{U}$  المشعة ، طبيعيا الى نواة الرصاص المستقرة بعض سلسلات من التفتتات المتتالية ، من بينها نواة التورיום  $^{234}_{90}\text{Th}$  والتفتت الى نواة البروتاكتينيوم  $^{234}_{91}\text{Pa}$  اختار الاقتراح الصحيح من الاقتراحات التالية:

أ	تفتت النواة $^{238}_{92}\text{U}$ تلقائيا وفق المعادلة $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^{234}_{90}\text{Th}$
ب	تفتت النواة $^{234}_{90}\text{Th}$ تلقائيا وفق المعادلة $^{234}_{90}\text{Th} \rightarrow ^0_{+1}\text{e} + ^{234}_{91}\text{Pa}$
ج	التفتت وفق المعادلة $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^{234}_{90}\text{Th}$ من طراز $\beta^-$
د	التفتت وفق المعادلة $^{234}_{90}\text{Th} \rightarrow ^0_{-1}\text{e} + ^{234}_{91}\text{Pa}$ من طراز $\beta^+$

تلخص المعادلة:  $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^A_Z\text{Pb} + 6.^0_{-1}\text{e} + 8.^4_2\text{He}$  بتطبيق قانوني الانحفاظ اوجد قيمتي العددين  $Z$  و  $A$

نعتبر ان كل صخرة معدنية قديمة عمرها هو عمر الارض ، الذي نرمز له بالحر  $t_T$  ويمثل الشكل جانبه ، منحنى التناقص الإشعاعي لنوى الاورانيوم .

238 في عينة من صخرة معدنية قديمة تحتوي على  $N_U(0)$  من نوى الاورانيوم عند اللحظة  $t = 0$



## أعط تركيب نواة الأورانيوم $^{238}_{92}\text{U}$

### 1- تأريخ صخرة معدنية بواسطة الأورانيوم – الرصاص:

نجد الرصاص والأورانيوم بنسب مختلفة في الصخور المعدنية حسب تاريخ تكونها. نعتبر أن تواجد الرصاص في بعض الصخور المعدنية ينتج فقط عن التفتت التلقائي للأورانيوم  $^{238}$  خلال الزمن. نتوفر على عينة من صخرة معدنية تحتوي عند لحظة تكونها، التي نعتبرها أصلاً للتواريخ ( $t=0$ )، على عدد من نوى الأورانيوم  $^{238}_{92}\text{U}$ . تحتوي هذه العينة، عند لحظة  $t$ ، على الكتلة  $m_U(t) = 10\text{g}$  من الأورانيوم  $^{238}$  والكتلة  $m_{Pb}(t) = 0,01\text{g}$  من الرصاص  $^{206}$ .

2.1- أثبت أن تعبير عمر الصخرة المعدنية هو:

$$t = \frac{t_{1/2}}{\ln(2)} \cdot \ln\left(1 + \frac{m_{Pb}(t) \cdot M(^{238}\text{U})}{m_U(t) \cdot M(^{206}\text{Pb})}\right)$$

2.2- أحسب  $t$  بالسنة.

### التمرين الرابع عشر PC2014

يستعمل علماء الجيولوجيا والفلكيون طريقة التأريخ بالبوتاسيوم-أرغون لتحديد عمر الصخور القديمة والنيازك...  
يهدف هذا التمرين إلى دراسة نويده البوتاسيوم  $^{40}$  وإلى تحديد العمر التقريبي لصخرة بركانية.

المعطيات:

✓ الكتلة المولية:  $M(K) = M(Ar)$

✓ عمر النصف للنويده  $^{40}_{19}\text{K}$ :  $t_{1/2} = 1,3 \cdot 10^9 \text{ans}$

✓

1- دراسة تفتت نويده البوتاسيوم  $^{40}$ :

نويده البوتاسيوم  $^{40}_{19}\text{K}$  إشعاعية النشاط، ينتج عن تفتتها نويده  $^{40}_{18}\text{Ar}$ .  
أكتب معادلة تفتت البوتاسيوم  $^{40}$  مع تحديد طراز التفتت النووي الناتج..

2- تحديد العمر التقريبي لصخرة من البازالت:

تبين من خلال تحليل عينة صخرية للبازالت أنها تحتوي عند لحظة  $t$  على الكتلة  $m_K = 1,57\text{mg}$  من البوتاسيوم  $^{40}$  وعلى الكتلة  $m_{Ar} = 0,025\text{mg}$  من الأرغون  $^{40}$ . نعتبر أن صخرة البازالت تكونت عند لحظة  $t_0 = 0$  وأن الأرغون  $^{40}$  التواجد في الصخرة نتج فقط عن تفتت البوتاسيوم  $^{40}$ .

بين أن تعبير عمر الصخرة هو:  $t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln\left(1 + \frac{m_{Ar}}{m_K}\right)$ ، ثم أحسب  $t$  بالسنة

### التمرين الخامس عشر PC2015

يستعمل الأساتات  $^{211}$ ، إشعاعي النشاط  $\alpha$ ، في الطب النووي لتشخيص وتتبع تطور بعض الأورام السرطانية. ينتج عن نواة الأسات  $^{211}_{85}\text{At}$  النظير  $^{211}_{85}\text{Bi}$  لعنصر البيزموث. تمثل الوثيقة جانبه منحني تغيرات  $\ln(N)$  بدلالة  $t$ ، مع  $N$  عدد توى الأساتات  $^{211}$  المتبقية عند اللحظة  $t$ .  
1) نواة البيزموث الناتجة عن تفتت النواة  $^{211}_{85}\text{At}$  هي:



1.2.2. قيمة  $N_T(0)$  هي:

أ	ب	ج	د
$2,5 \cdot 10^{12}$	$4 \cdot 10^{12}$	$4,5 \cdot 10^{12}$	$5 \cdot 10^{12}$

2.2.2. قيمة عمر النصف  $t_{1/2}$  للأورانيوم  $^{238}$  هي:

أ	ب	ج	د
$1,5 \cdot 10^9 \text{ans}$	$2,25 \cdot 10^9 \text{ans}$	$4,5 \cdot 10^9 \text{ans}$	$9 \cdot 10^9 \text{ans}$

3.2.2. أعطى قياس عدد نوى الرصاص الموجودة في الصخرة المعدنية القديمة عند اللحظة  $t_T$  القيمة

$N_{Pb}(t_T) = 2,5 \cdot 10^{12}$ . قيمة العمر التقريبي  $t_T$  للأرض هي:

أ	ب	ج	د
$4,5 \cdot 10^9 \text{ans}$	$2,25 \cdot 10^9 \text{ans}$	$4,5 \cdot 10^{10} \text{ans}$	$2,25 \cdot 10^{10} \text{ans}$

### (الدورة العادية 2009 م. العلوم الفيزيائية)

يهدف هذا التمرين إلى تاريخ فرشة مائية ساكنة بواسطة الكلور  $^{36}$ . تحتوي المياه الطبيعية على الكلور  $^{36}$  الإشعاعي النشاط والذي يتجدد باستمرار في المياه السطحي بحيث يبقى تركيزه ثابتاً، عكس المياه الجوفية الساكنة التي يتناقص تدريجياً مع الزمن.

المعطيات:

عمر النصف للكلور  $^{36}$ :  $t_{1/2} = 3,01 \cdot 10^5 \text{an}$

1. تفتت نويده الكلور  $^{36}$ :

ينتج عن تفتت نويده الكلور  $^{36}_{17}\text{Cl}$  نويده الأرغون  $^{36}_{18}\text{Ar}$ .

1.1. أعط تركيب نويده الكلور  $^{36}_{17}\text{Cl}$ .

1.2. أكتب معادلة هذا التفتت الإشعاعي.

2. تاريخ فرشة مائية:

أعطى قياس النشاط الإشعاعي، عند لحظة  $t$ ، لعينة من المياه السطحية القيمة  $a_1 = 11,7 \cdot 10^{-6} \text{Bq}$ ، ولعينة أخرى لها نفس الحجم من المياه الجوفية الساكنة القيمة  $a_2 = 1,19 \cdot 10^{-6} \text{Bq}$ . نفترض أن الكلور  $^{36}$  هو المسؤول الوحيد عن النشاط الإشعاعي في المياه، وأن نشاطه في المياه السطحية يساوي نشاطه في المياه الجوفية الساكنة لحظة تكون الفرشة المائية الجوفية والتي نأخذها أصلاً للتواريخ. حدد عمر الفرشة المائية الجوفية المدروسة

### التمرين الثالث عشر PC2010

لتأريخ أو تتبع تطور بعض الظواهر الطبيعية، يلجأ العلماء إلى طرائق وتقنيات مختلفة تعتمد أساساً على قانون التناقص الإشعاعي.  
من بين هذه التقنيات تقنية التأريخ بواسطة الأورانيوم-الرصاص.

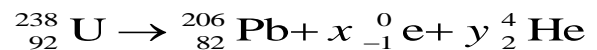
المعطيات:

الكتلة المولية للأورانيوم  $^{238}$ :  $M(^{238}\text{U}) = 238 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

الكتلة المولية للرصاص  $^{206}$ :  $M(^{206}\text{Pb}) = 206 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

عمر النصف لعنصر الأورانيوم  $^{238}$ :  $t_{1/2} = 4,5 \cdot 10^9 \text{ans}$

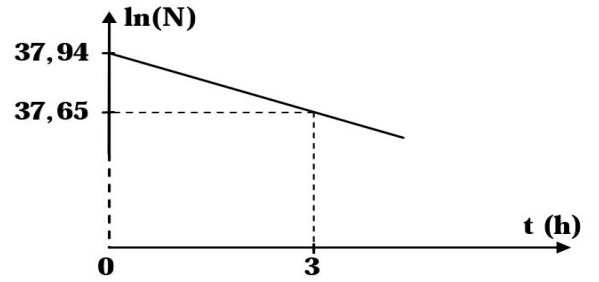
تتحول نويده الأورانيوم  $^{238}$  الإشعاعية النشاط إلى نويده الرصاص  $^{206}$  عبر سلسلة متتالية من إشعاعات  $\alpha$  وإشعاعات  $\beta^-$ . نمذج هذه التحولات النووية بالمعادلة الحصيلة:



1- دراسة نواة الأورانيوم  $^{238}_{92}\text{U}$ :

بتطبيق قانوني الانحفاظ حدد كل من العددين  $x$  و  $y$  المشار في المعادلة الحصيلة

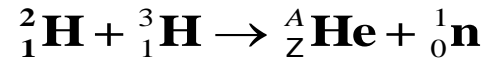
(2) يساوي عمر النصف  $t_{1/2}$  للأستات 211 :



■  $t_{1/2} \approx 7,17 \text{ h}$  ■  $t_{1/2} \approx 5,50 \text{ h}$  ■  $t_{1/2} \approx 4,19 \text{ h}$  ■  
 $t_{1/2} \approx 27,30 \text{ h}$

### التمرين السادس عشر

تكون الهيليوم انطلاقا من الدوتيريوم والتريسيوم (نظيرا الهيدروجين) هو تفاعل اندماج نووي يحدث تلقائيا وباستمرار في قلب النجوم محمرا طاقة هائلة. وقد حاول الإنسان إحداث هذا التفاعل في المختبر من أجل استغلال الطاقة المحررة والتحكم في استعمالها عند الضرورة. لكن الطريق لا زال طويلا للتغلب على مختلف العوائق التقنية. نمذج هذا التفاعل النووي بالمعادلة التالية:

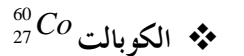


معطيات:

- حدد العددين A و Z لنواة الهيليوم.
- تحتوي عينة من التربة على عنصر التريسيوم المشع. عند اللحظة  $t = 0$  يكون النشاط الإشعاعي لهذه العينة هو  $a_0 = 2.10^6 \text{ Bq}$  عند اللحظة  $t_1 = 4 \text{ ans}$ . أحسب النشاط الإشعاعي  $a_2$  للعينة المدروسة عند اللحظة  $t_2 = 12,4 \text{ ans}$

### التمرين السابع عشر

ندرس في هذا التمرين تفتت عينة مشعة للكوبالت تحمل بطاقتها التقنية المعلومات التالية :



❖ الكتلة المولية الذرية:  $M({}^{60}_{27}\text{Co}) = 60 \text{ g.mol}^{-1}$

❖ النشاط الإشعاعي:  $\beta^-$

❖ ثابتة الزمن  $\lambda = 2,8.10^3 \text{ Jours}$

❖ ثابتة أفوكادرو  $N_A = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$

3- اختر الاقتراح الصحيح من بين الاقتراحات التالية :

أ- لثابتة النشاط الإشعاعي بعد الزمن.

ب- يعبر عن نشاط عينة بالثانية.

2- عرف النشاط الإشعاعي من طراز  $\beta^-$ .

4- الكتلة البدئية للعينة المشعة لحظة تسلمها من طرف مختبر مختص هي  $m_0 = 50 \text{ mg}$  نعتبر لحظة تسلم العينة أصلا للتواريخ. ( $t = 0$ ) أعطى قياس النشاط الإشعاعي للعينة المدروسة عند لحظة  $t_1$

القيمة  $a = 5,18.10^{11} \text{ Bq}$  بين ان:  $t_1 = \tau \ln \left( \frac{N_A \cdot m_0}{\tau \cdot M \cdot a_1} \right)$  احسب قيمتها بالوحدة an.

### التمرين الثامن عشر

تفتت نواة البولونيوم  ${}^{210}_{84}\text{Po}$  تلقائيا لتتحول إلى نواة الرصاص  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$  مع انبعاث دقيقة  $\alpha$ . يهدف هذا التمرين إلى دراسة الحصيلة الطاقةية لهذا التحول وكذا تطوره مع الزمن. معطيات: نرسم  $t_{1/2}$  لعمر النصف لنويدة البولونيوم

1- اكتب معادلة هذا التحول النووي محددا العدد Z.

ليكن  $N_0(Po)$  عدد نوى البولونيوم في عينة عند اللحظة  $t = 0$  و  $N(Po)$  عدد النوى المتبقية في نفس العينة عند لحظة  $t$ .

2- نرسم  $N_D$  لعدد نوى البولونيوم المتفتتة عند اللحظة  $t = 4.t_{1/2}$ . اختر الاقتراح الصحيح من بين الاقتراحات التالية:

أ-  $N_D = \frac{N_0(Po)}{8}$  ، ب-  $N_D = \frac{N_0(Po)}{16}$  ، ج-  $N_D = \frac{N_0(Po)}{4}$  ، د-  $N_D = \frac{15N_0(Po)}{16}$

3- يمثل المنحنى جانبه تغيرات

$\ln \left( \frac{N_0(Po)}{N(Po)} \right)$  بدلالة الزمن.

1-3- اعتمادا على هذا

المنحنى، حدد بالوحدة jour

عمر النصف  $t_{1/2}$ .

2-3- علما أن العينة لا تحتوي

على الرصاص عند اللحظة

$t = 0$

حدد بالوحدة jour اللحظة  $t_1$

التي يكون عندها:  $\frac{N(Po)}{N_0(Po)} = \frac{2}{5}$  حيث  $N(Pb)$  هو عدد نوى الرصاص

المتكونة عند هذه اللحظة  $t$

### التمرين التاسع عشر

يمكن الحقن الوريدي لخلول يحتوي على الفوسفور  ${}^{32}_{15}\text{P}$  المشع في بعض الحالات من معالجة التكاثر غير الطبيعي

للكويترات الحمراء على مستوى خلايا نخاع العظمي

عمر النصف لنويدة الفوسفور  ${}^{32}_{15}\text{P}$ :  $t_{1/2} = 14,3 \text{ Jours}$

نويدة الفوسفور  ${}^{32}_{15}\text{P}$  إشعاعية النشاط، يتولد عن تفتتها النويدة  ${}^{32}_{15}\text{Y}$ .

1- اكتب معادلة تفتت نويدة الفوسفور  ${}^{32}_{15}\text{P}$  محددا A و Z.

يتم تحضير عينة من الفوسفور  ${}^{32}_{15}\text{P}$  لحظة  $t = 0 \text{ s}$  نشاطها الإشعاعي  $a_0$ .

2- عرف النشاط الإشعاعي  $1 \text{ Bq}$ .

3- عند لحظة  $t_1$  يحقن مريض بكمية من محلول الفوسفور  ${}^{32}_{15}\text{P}$  نشاطه الإشعاعي.

$a_1 = 2,5.10^9 \text{ Bq}$

أ- احسب باليوم المدة الزمنية  $\Delta t$  اللازمة ليصبح النشاط الإشعاعي  $a_2$  للفوسفور

${}^{32}_{15}\text{P}$  هو 20% من  $a_1$ .

ب- نرسم  $N_1$  لعدد نويدات الفوسفور  ${}^{32}_{15}\text{P}$  المتبقية عند اللحظة  $t_1$  و  $N_2$

لعدد نويداتها المتبقية عند اللحظة  $t_2$  حيث النشاط الإشعاعي للعينة هو  $a_2$ .

أوجد تعبير عدد النويدات المتفتتة خلال المدة  $\Delta t$  بدلالة  $a_1$  و  $t_{1/2}$



## ❖ الوحدة 2: النوى والكتلة والطاقة

## معطيات عامة

$$m_e = 0,00055u \text{ و } m_n = 1,00866u \text{ و } m_p = 1,00727u$$

$$1\text{MeV} = 1,6.10^{-13} \text{ J و } 1u = 931,5\text{MeV} / C^2$$

## التمرين الاول

اتمم الجدول اسفله

نوى العناصر	$^{235}_{92}\text{U}$	$^{140}_{54}\text{Xe}$	$^{94}_{38}\text{Sr}$	$^{14}_{7}\text{N}$	$^{14}_{6}\text{C}$	$^4_2\text{He}$
M(u) كتلة النواة	234,9935	139,8920	93,8945	14,0031	14,0065	4,0015
E(MeV) طاقة ربط النواة						
E/A(MeV) طاقة الربط						
النوية						

## التمرين الثاني

التفاعل بين الدوتريوم والتريتيوم ينتج نواة  $^4_2\text{He}$  و نوترون

أ. ما نوع التفاعل الحادث؟ عرفه.

ب. اكتب معادلة التفاعل الحادث.

1- أ. منحني أستون المقابل ماذا يمثل؟

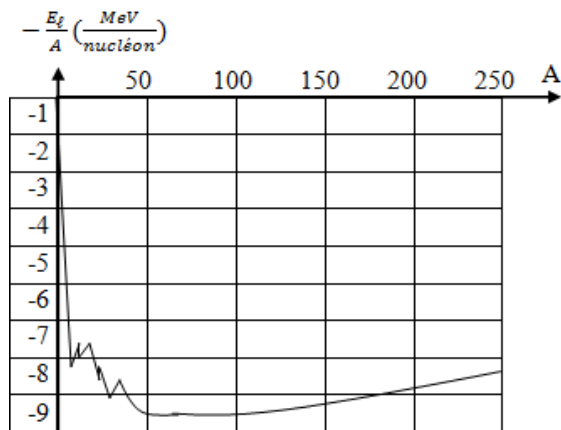
ب. حدد من المنحنى السابق مجالات النوى القابلة للإندماج والنوى المستقرة.

2- أ. اكتب تعبير طاقة الربط  $E_l$  لنواة  $^A X$ .ب. الطاقة المحررة  $|\Delta E|$  بدلالة طاقات

$$|\Delta E| = |E_l(^4_2\text{He}) - E_l(^2_1\text{H}) - E_l(^3_1\text{H})|$$

احسب قيمة هذه الطاقة المحررة مقدرة بـ  $\text{MeV}$ .

المعطيات:	النواة	$^4_2\text{He}$	$^3_1\text{H}$	$^2_1\text{H}$
طاقة الربط (MeV)	28,29	8,48	2,22	



## التمرين الثالث

في سنة 1983 تم اكتشاف جزء من سفينة قديمة في مدينة Roskilde غرب

كوبنهاغن. لتحديد عمر هذه السفينة،

تم اللجوء إلى تقنية التأريخ بالكربون 14.

نعطى:  $m(\alpha) = 4,0039u$ ,

$$m(^A_Z X) = 210,0482u$$

$$m(^{206}_{82}\text{Pb}) = 206,0385u$$

1. حدد مكونات نواة  $^{14}_6\text{C}$ . أحسب طاقة الربط لهذه النواة.2. قارن استقرار النواة  $^{14}_6\text{C}$  مع النواة  $^{12}_6\text{C}$  ذات طاقة الربط

$$E_l = 92.16 \text{ MeV}$$

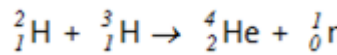
النشاط الإشعاعي لـ  $1g$  من خشب السفينة هو 12 تفتت في الدقيقة. بينما نشاط  $1g$  من خشبحديث يعطي القيمة  $a_0 = 13.6$  تفتت في الدقيقة.

أ. لماذا تتناقص قيمة النشاط الإشعاعي لعينة الخشب مع مرور الزمن؟.

ب. أحسب عمر هذه السفينة علما أن عمر النصف للكربون 14 هو  $t$ .

## التمرين الرابع

سيستخدم الوفود المستقبلية على تفاعلات الاندماج النووي وفق المعادلة:



1- عرف تفاعل الاندماج النووي.

2- ما هي النواة الأكثر استقرار من بين النوى الثلاثة بدون حساب، مع التعليل.

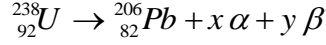
3- احسب بـ  $\text{MeV}$  الطاقة المحررة من هذا التفاعل.

المعطيات	النواة	$^2_1\text{H}$	$^3_1\text{H}$	$^4_2\text{He}$
طاقة الربط بال MeV	2.23	8.57	28.41	

## التمرين الخامس

تشتغل محركات إحدى الغواصات النووية بالطاقة الناشئة دعن التحول

النموذج لتفاعل اليورانيوم المعبر عنه بالمعادلة.



1- احسب الطاقة المحررة عن هذا التحول

2- احسب الطاقة الناتجة عن كتلة قدرها  $m = 1g$  من اليورانيوم

3- احسب كتلة اليورانيوم المستهلكة خلال 30 يوما من تنقل الغواصة

علما أن محركاتها لها قدرة قيمتها  $P = 2.5 \times 10^7 \text{ W}$ 

$$m(\text{U}) = 238.0003u, m(\text{Pb}) = 205.9295u,$$

$$m(\text{He}) = 4.0015u, m(e) = 0.00054u,$$

$$N_A = 6.023 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1},$$

$$1 \text{ MeV} = 1.6 \times 10^{-13} \text{ J}, 1u = 931.5 \text{ MeV} / C^2$$

## التمرين السادس

النوية  $^A_Z X$  إشعاعية النشاط من طراز  $\alpha$ ، ينتج أثناء تفتتها نوية الرصاص

1) أكتب معادلة

العنصر	الزئبق	التاليوم	البزموت	البولونيوم
الرمز	$^{80}\text{Hg}$	$^{81}\text{Tl}$	$^{83}\text{Bi}$	$^{84}\text{Po}$

التفتت محددًا قيمتي

 $A$  و  $Z$  وتعرف على النوية الأصلية في الجدول:2- (-) أحسب ب الوحدة  $\text{MeV}$ ، الطاقة  $E_{lib}$  الناتجة عن تفتت النويةو استنتج الطاقة الناتجة عن تفتت  $1g$  من  $^A_Z X$ . النشاط البدئي للعينة مشعةمن البلوتونيوم 241 هو  $a_0 = 3.10^6 \text{ Bq}$ .

3- اوجد النشاط  $a_1$  لهذه العينة عند اللحظة  $t_1 = 28,70 \text{ans}$

### التمرين التاسع SM 2018

يهدف هذا التمرين إلى دراسة النشاط الإشعاعي  $\alpha$  للراديوم و حركة دقيقة  $\alpha$  في مجال مغنطيسي منتظم. في سنة 1898 أعلن بيار و ماري كيري (Pierre et Marie Curie) عن اكتشاف عنصرين مشعين: البولونيوم و الراديوم. يعتبر تحول الراديوم  $^{226}_{88}\text{Ra}$  إلى الرادون  $^{222}_{86}\text{Rn}$  أحد الأمثلة المؤرخة للإشعاع النووي  $\alpha$ . وقد أختير، خلال تلك الفترة، الراديوم كمرجع لحساب نشاط عينة مشعة الذي تم التعبير عنه بالكيري (Ci) قبل أن يتم اعتماد البيكريل (Bq) كوحدة، حيث أن  $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$  هو نشاط عينة من الراديوم 226 كتلتها غرام واحد (1 g). معطيات:

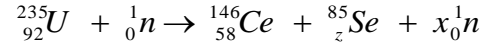
الدقيقة	$^{235}\text{U}$	$^{238}\text{U}$	$^{146}\text{Ce}$	$^{85}\text{Se}$
كتلتها بالوحدة u	234,9934	238,0003	145,8782	84,9033

المعطيات:

ثابتة أفوكادرو:  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  الكتلة المولية لليورانيوم-235:  $M(^{235}\text{U}) = 235 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2}$

### الانشطار النووي

يؤدي تفاعل الانشطار النووي الذي يحدث في قلب مفاعل نووي، إثر تصادم نواة اليورانيوم  $^{235}\text{U}$  بنوترون إلى تكون نواة السيريوم  $^{146}\text{Ce}$  و نواة السيلينيوم  $^{85}\text{Se}$  و عدد من النوترونات وذلك وفق المعادلة التالية:



1. حدد العددين  $Z$  و  $x$ .

2. احسب بالـ  $\text{MeV}$  الطاقة  $E$  الناتجة عن الانشطار النووي لنواة واحدة من اليورانيوم  $^{235}\text{U}$ .

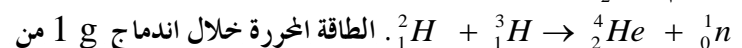
استنتج الطاقة  $E_1$  الناتجة عن انشطار 1 g من  $^{235}\text{U}$ .

3. تتحول تلقائيا نواة السيريوم  $^{146}\text{Ce}$  إلى نواة برازيديوم  $^{146}\text{Pr}$  مع انبعاث دقيقة  $\beta^-$ . احسب المدة الزمنية اللازمة لتحول 99% من عينة نوى السيريوم  $^{146}\text{Ce}$ ، علما أن ثابتة النشاط الإشعاعي لنوية السيريوم هي:

$$\lambda = 5,13 \cdot 10^{-2} \text{ min}^{-1}$$

### الاندماج النووي

4. ينتج عن اندماج نواة الدوتريوم  $^2_1\text{H}$  و نواة التريوم  $^3_1\text{H}$  تكون نواة الهيليوم  $^4_2\text{He}$  و نوترون واحد حسب المعادلة:



$$E_2 = -5,13 \cdot 10^{24} \text{ MeV}$$

أعط مبررين لاعتماد الاندماج النووي عوض الانشطار النووي في إنتاج الطاقة

### التمرين الثامن PC2018

يؤدي تفتت نواة البلوتونيوم  $^{241}_{94}\text{Pu}$  إلى تكون نواة الامريسيوم  $^{241}_{95}\text{Am}$  ودقيقة  $X$

معطيات:

$$m(^{241}_{95}\text{Am}) = 241,00471 \text{ u} ; m(^{241}_{94}\text{Pu}) = 241,00529 \text{ u}$$

$$m(X) = 0,00055 \text{ u}$$

$$1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2}$$

$$t_{1/2} = 14,35 \text{ ans}$$

1- اكتب معادلة التفتت محددًا طراز النشاط الإشعاعي للبلوتونيوم  $^{241}_{94}\text{Pu}$

2- أحسب بالوحدة  $\text{MeV}$ ، الطاقة  $E_{\text{lib}}$  الناتجة عن تفتت نواة واحدة

من البلوتونيوم  $^{241}_{94}\text{Pu}$

- الكتلة المولية للراديوم:  $M = 226 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ، ثابتة أفوكادرو:

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

- طاقة الربط لنواة الراديوم:  $E_\ell(^{226}\text{Ra}) = 1,7311 \cdot 10^3 \text{ MeV}$

- طاقة الربط لنواة الرادون:  $E_\ell(^{222}\text{Rn}) = 1,7074 \cdot 10^3 \text{ MeV}$

- طاقة الربط لنواة الهيليوم:  $E_\ell(^4\text{He}) = 28,4 \text{ MeV}$

- ثابتة النشاط الإشعاعي للراديوم:  $\lambda = 1,4 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1}$

$$1 \text{ an} = 365,25 \text{ jours}$$

1.1. أعط تعريف طاقة الربط لنواة.

1.2. اختر الاقتراح الصحيح من بين الاقتراحات التالية:

أ- الرادون و الراديوم نظيران.

ب- تحتوي نواة الراديوم على 88 نوترون و 138 بروتون.

ج- بعد مرور المدة  $3t_{1/2}$  (عمر النصف لنوية الراديوم) يتبقى 12,5% من نوى الراديوم البدئية.

د- العلاقة بين عمر النصف و الثابتة الإشعاعية هي:

$$t_{1/2} = \lambda \cdot \ln 2$$

1.3. بين أن  $1 \text{ Ci} = 3,73 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$

1.4. حدد بالوحدة Bq، عند يونيو 2018، نشاط عينة من الراديوم

كتلتها 1g علما أن نشاطها كان يساوي 1 Ci عند يونيو 1898.

أحسب بالوحدة MeV، الطاقة  $|\Delta E|$  الناتجة عن تفتت نواة واحدة من

الراديوم

### التمرين العاشر PC2010

يعتبر الرادون  $^{222}_{86}\text{Rn}$  من الغازات الخاملة والمشعة طبيعيًا وينتج عن

التفتت الإشعاعي الطبيعي لمادة الأورانيوم  $^{238}_{92}\text{U}$  الموجودة في الصخور

والتربة. يمثل استنشاق الرادون 222 في كثير من بلدان العالم، ثاني أهم

أسباب الإصابة بسرطان الرئة بعد التدخين. للحد من المخاطر الناجمة عن

تعرض الأفراد لمادة الرادون توصي منظمة الصحة العالمية باعتماد

$100 \text{ Bq} / \text{m}^3$  كمستوى مرجعي وعدم تجاوز  $300 \text{ Bq} / \text{m}^3$  كحد

أقصى. عن الموقع الإلكتروني لمنظمة الصحة العالمية (بتصرف)

المعطيات:

$$\text{كتلة نواة الرادون } ^{222}_{86}\text{Rn}: 221,9703 \text{ u}$$

$$\text{كتلة البروتون}: 1,0073 \text{ u}$$

الكيلوغرام الواحد عند لحظة نعتيرها أصل التواريخ.

2-1. أحسب  $N_0$  عدد نوى اليود 131 المشع المتواجدة في عينة السبانخ



كتلة النوترون:  $1,0087u$  ؛

عمر النصف لنويدة الرادون  $^{222}_{86}\text{Rn}$  :  $t_{1/2} = 3,9 \text{ jours}$  ؛

$1 \text{ jours} = 86400s$

ثابتة أفوكادرو:  $^1_N A = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$  ؛

الكتلة المولية للرادون :  $M(Rn) = 222 \text{ g / mol}$

1- تفتت نويدة الأورانيوم  $^{238}_{92}\text{U}$  :

ينتج عن تفتت نويدة الأورانيوم  $^{238}_{92}\text{U}$  نويدة  $^{222}_{86}\text{Rn}$  ودقائق  $\alpha$  و  $\beta^-$ .

1.1 : أعط تركيب نويدة  $^{222}_{86}\text{Rn}$ .

1.2 : أحسب ب  $\text{MeV}$  طاقة الربط للنواة  $^{222}_{86}\text{Rn}$

1.3 : حدد عدد التفتتات من نوع  $\alpha$  وعدد التفتتات من نوع  $\beta^-$  الناتجة عن هذا التحول ( $0,25$  ن)

2- التحقق من جودة الهواء داخل مسكن:

عند لحظة  $t_0$  نعتبرها أصلا للتواريخ، أعطى قياس نشاط الرادون  $^{222}_{86}\text{Rn}$  في كل متر مكعب من الهواء المتواجد في مسكن القيمة:

$$a_0 = 5.10^3 \text{ Bq}$$

2.1 : حدد عند اللحظة  $t_0$  كتلة الرادون المتواجد في كل متر مكعب من هذا المسكن.

2.2 : أحسب عدد الأيام اللازمة لكي تصبح قيمة النشاط الإشعاعي داخل المسكن تساوي الحد الأقصى المسموح به من طرف منظمة الصحة العالمية.

### التمرين الحادي عشر PC2014

نقلت وسائل الإعلام التي غطت الكارثة النووية محطة فوكوشيما اليابانية يوم 11 مارس 2011 ، أن معدلات التلوث بالإشعاع النووي الذي أصاب المواد الغذائية قد تجاوز في بعض الأحيان 10 مرات المعدلات المسموح بها؛ فعلى سبيل المثال تراوح النشاط الإشعاعي لليود  $^{131}_{53}\text{I}$  في السبانخ بين  $6100\text{Bq}$  و  $15020\text{Bq}$  في الكيلوغرام الواحد. في اليابان، تعتبر السبانخ غير ملوثة باليود  $^{131}_{53}\text{I}$  المشع إذا كان نشاطه الإشعاعي لا يتعدى  $2000\text{Bq}$  في الكيلوغرام الواحد كحد أقصى مسموح به. يهدف التمرين إلى دراسة التناقص الإشعاعي لعينة من السبانخ ملوثة باليود  $^{131}_{53}\text{I}$  المشع.

المعطيات: عمر النصف لليود  $^{131}_{53}\text{I}$  :  $t_{1/2} = 8 \text{ jours}$  ؛

$$m(e^-) = 0,00055u ; 1u = 931,5 \text{ MeV} / c^2$$

$$m(^{131}_{54}\text{Xe}) = 130,8755u$$

$$m(^{131}_{53}\text{I}) = 130,8770u$$

1- دراسة نويدة اليود  $^{131}_{53}\text{I}$  :

1-1 : أحسب طاقة الربط لنواة اليود  $^{131}_{53}\text{I}$ .

2-1 : ينتج عن تفتت نويدة اليود  $^{131}_{53}\text{I}$  تكون نويدة  $^{131}_{54}\text{Xe}$  أكتب معادلة هذا التفتت وحدد طرازه.

3-1 : أحسب ب  $\text{MeV}$  الطاقة الناتجة عن تفتت نويدة واحدة من اليود

131 دراسة عينة من السبانخ الملوثة باليود  $^{131}_{53}\text{I}$  :

أعطى قياس النشاط الإشعاعي لعينة من السبانخ، مأخوذة من مزرعة قريبة من مكان الحادث القيمة  $a_0 = 8000\text{Bq}$  في

المدرسة عند أصل التواريخ .

2-2 : حدد، بالوحدة (jours)، أصغر مدة زمنية لكي تصبح عينة السبانخ المدروسة غير ملوثة بمادة اليود 131 .

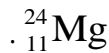
### التمرين الثاني عشر PCR2016

ينتج عن تفتت نواة الصوديوم  $^{24}_{11}\text{Na}$  نواة المغنيزيوم  $^{24}_{12}\text{Mg}$  ودقيقة  $X$ .

1. تعرف على الدقيقة  $X$  ثم حدد طراز التفتت النووي للصوديوم  $^{24}_{11}\text{Na}$ .

2. أحسب بالوحدة  $\text{MeV}$  الطاقة المحررة  $E_{lib}$  خلال التفتت.

3. حدد بالوحدة  $J / \text{nucléon}$  ، طاقة الربط بالنسبة لنوية  $^{24}_{11}\text{Mg}$ .



معطيات:

- كتلة النواة  $^{24}_{11}\text{Na}$  :  $23,97846u$ .

- كتلة النواة  $^{24}_{12}\text{Mg}$  :  $23,98493u$ .

### التمرين الثالث عشر SVT2015

عند إصابة النخاع العظمي بداء الفايكيز *maladie de Vaquez* يحدث تكاثر غير طبيعي في عدد الكريات الحمراء للدم، ولعلاجه يتم اللجوء إلى الحقن الوريدي للمريض بمحلول يحتوي على الفوسفور  $^{32}_{15}\text{P}$  الإشعاعي النشاط الذي يلتصق بشكل انتقائي بالكريات الحمراء الزائدة في الدم، فيدمرها بفعل الإشعاع المنبعث منه.

معطيات:

- كتلة نويدة الفوسفور  $^{32}_{15}\text{P}$  :  $m(^{32}_{15}\text{P}) = 31,965678 u$

- كتلة البروتون:  $m_p = 1,00728 u$

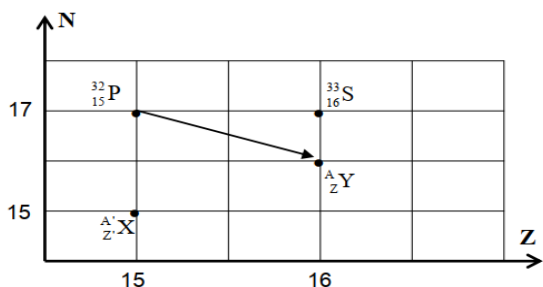
- كتلة النوترون:  $m_n = 1,00866 u$

$$1u = 931,5 \text{ MeV} . c^{-2}$$

- ثابتة النشاط الإشعاعي للفوسفور  $^{32}_{15}\text{P}$  :  $\lambda \approx 4,84.10^{-2} \text{ Jours}^{-1}$

أذكر الفرق بين نظيرين لعنصر كيميائي.

1. اعتمادا على المخطط  $(Z, N)$  الممثل جانبه:



3.1 : حدد النويدة  $^A_Z Y$  المشار إليها في هذا المخطط.

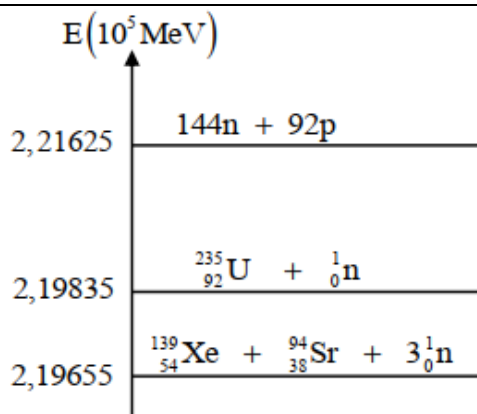
1.1 : أكتب معادلة التفتت الموافقة لتحول النويدة  $^{32}_{15}\text{P}$  إلى

النويدة  $^A_Z Y$  ، محدد طراز التفتت.

1. نعتبر النويدتين  $^{32}_{15}\text{P}$  و  $^{A}_{Z'} X$  أنظر المخطط.

3.1 : أحسب قيمة  $\frac{E_l}{A} (^{32}_{15}\text{P})$  طاقة الربط بالنسبة لنوية

لنويدة الفوسفور  $^{32}_{15}\text{P}$ .



التمرين  
الخامس

SM

يشتغل أحد المفاعلات النووية بالأورانيوم المخضب الذي يتكون من  $p = 3\%$  من القابل للانشطار  $^{235}_{92}\text{U}$  و  $p = 97\%$  من  $^{238}_{92}\text{U}$  غير القابل للانشطار. يعتمد إنتاج الطاقة النووية داخل هذا المفاعل النووي على انشطار

بعد قذفه بالنوترونات.  $^{235}_{92}\text{U}$

تنتشر النواة  $^{235}\text{U}$  حسب المعادلة:  $^1_0\text{n} + ^{235}_{92}\text{U} \rightarrow ^{94}_{38}\text{Sr} + ^{140}_{54}\text{Xe} + x^1_0\text{n}$  معطيات:

$$m(^{235}\text{U}) = 234,9935 \text{ u} ; m(^{94}\text{Sr}) = 93,8945 \text{ u} ; m(^{140}\text{Xe}) = 139,8920 \text{ u} ; m(^1_0\text{n}) = 1,0087 \text{ u} ; 1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2} ; 1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

حدد العددين  $x$  و  $z$ .

2- احسب بالجول الطاقة  $|\Delta E_0|$  الناتجة عن انشطار  $m = 1 \text{ g}$  من  $^{235}_{92}\text{U}$ .

3- لإنتاج الطاقة الكهربائية،  $W = 3,73 \cdot 10^{16} \text{ J}$  يستهلك مفاعل نووي مردوده  $r = 25\%$  كتلة  $m$  من الأورانيوم المخضب. حدد تعبير  $m$  بدلالة  $W$  و  $|\Delta E_0|$  و  $m_0$  و  $r$  و  $p$ .

احسب  $m$ .

4- يوجد أيضا بنسبة قليلة داخل المفاعل النووي النويدة  $^{234}_{92}\text{U}$  إشعاعية النشاط  $\alpha$ .

أعطى قياس النشاط الإشعاعي عند لحظة  $t = 0$  لعينة من الأورانيوم  $^{234}_{92}\text{U}$  القيمة  $a_0 = 5,4 \cdot 10^8 \text{ Bq}$ .

احسب قيمة النشاط الإشعاعي لهذه العينة عند اللحظة  $t = \frac{t_{1/2}}{4}$ .

1.1. حدد، معللا جوابك، النويدة الأكثر استقرارا من بين النويدتين  $^{32}_{15}\text{P}$  و  $^{A'}_{Z'}\text{X}$ ، علما أن طاقة الربط بالنسبة لنويدة

$$\frac{E_l}{A} (^{A'}_{Z'}\text{X}) = 8,35 \text{ MeV / nucleon}.$$

1. تم حقن مريض عند اللحظة ( $t = 0$ ) بجرعة من دواء يحتوي على الفوسفور  $^{32}_{15}\text{P}$  ينعدم مفعول الدواء في جسم المريض عندما يصبح النشاط الإشعاعي للعينة مساويا لـ 1% من قيمته البدئية  $a = \left(\frac{a_0}{100}\right)$  حدد بالوحدة *jours* المدة اللازمة لانعدام مفعول الدواء.

التمرين الرابع عشر SM

تعتبر تفاعلات الاندماج والانشطار من بين التفاعلات النووية التي تنتج عنها طاقة كبيرة تستغل في مجالات متعددة معطيات:

$$1 \text{ MeV} = 1,6022 \cdot 10^{-13} \text{ J}.$$

$$m(^1_0\text{e}) = 5,48579 \cdot 10^{-4} \text{ u} ; m(^4_2\text{He}) = 4,00151 \text{ u} ; m(^1_1\text{H}) = 1,00728 \text{ u}.$$

$$1 \text{ u} = 931,494 \text{ MeV} \cdot c^{-2} = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}.$$

$$m_s = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg} \text{ كتلة الشمس}.$$

- نعتبر أن كتلة الهيدروجين  $^1_1\text{H}$  تمثل نسبة 10% من كتلة الشمس.

نعطي في الجدول التالي معادلات بعض التفاعلات النووية:

A	$^2_1\text{H} + ^3_1\text{H} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^1_0\text{n}$
B	$^{60}_{27}\text{Co} \rightarrow ^{60}_{28}\text{Ni} + ^0_{-1}\text{e}$
C	$^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^{234}_{90}\text{Th}$
D	$^{235}_{92}\text{U} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{139}_{54}\text{Xe} + ^{94}_{38}\text{Sr} + 3^1_0\text{n}$

عين، من بين هذه المعادلات، معادلة تفاعل الاندماج.

2-1- بالاعتماد على مخطط الطاقة الممثل في الشكل جانبه، احسب:

1-2-1- طاقة الربط بالنسبة لنوية لنواة  $^{235}_{92}\text{U}$ .

2-2-1- الطاقة  $|\Delta E_0|$  الناتجة عن التفاعل (D).

2- تحدث في الشمس تحولات نووية ترجع بالأساس إلى الهيدروجين

و ذلك وفق المعادلة الحصيلة التالية:  $4^1_1\text{H} \rightarrow ^4_2\text{He} + 2^0_{-1}\text{e}$

2-1- احسب، بالجول  $J$  الطاقة الناتجة  $|\Delta E|$  عن هذا التحول.

2-2- علما أن الطاقة المحررة من طرف الشمس نتيجة هذا التحول خلال كل سنة هي  $E_s = 10^{34} \text{ J}$  أوجد عدد السنوات اللازمة لـ يستهلك كل الهيدروجين الموجود في الشمس

# الكهرباء

❖ ثنائي القطب  $RC$

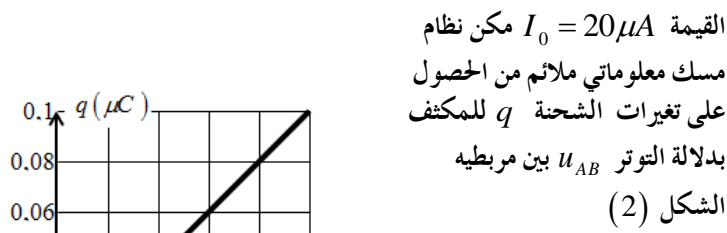
❖ ثنائي القطب  $RL$

❖ التخفيضات الحرة في دائرة متوالية

$RLC$

❖ نقل المعلومة وتضمين الوسع

عند اللحظة  $t = 0$  نضع قاطع التيار في الموضع (1) فيشير الميكروأميتر إلى



الشكل (2)

1- مثل التوتر بين مربطي المكثف  $u_{AB}$  في اصطلاح المستقبل بعد نقلك للبيانة في ورقتك

2- حدد مبيانيا قيمة سعة المكثف  $C$

3- حدد المدة الزمنية اللازمة لكي

يأخذ التوتر بين مربطي المكثف القيمة  $u_{AB} = 6V$

#### التمرين الرابع

ننجز التركيب الممثل في الشكل 3 والمكوّن من:

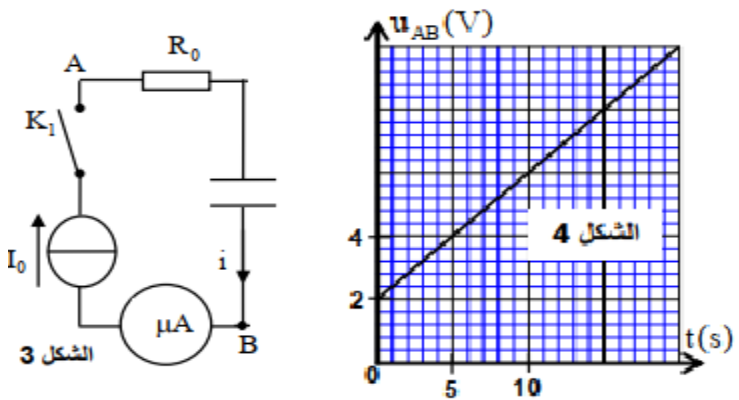
- مولد مؤمل للتيار؛
- ميكروأميتر؛
- موصل أومي  $R_0$ ؛
- مكثف سعته  $C$ ، غير مشحون بدنيا؛
- قاطع التيار  $K$

عند لحظة تاريخها  $t = 0$  نغلق قاطع التيار  $K$  فيشير الميكروأميتر إلى الشدة  $I = 4 \mu A$ . يمكن نظام مسك معلوماتي ملائم من خط المنحنى الممثل

لتغيرات التوتر  $u_{AB}(t)$

1- حدد قيمة  $R_0$

2- أوجد قيمة السعة  $C$  للمكثف



#### التمرين الرابع

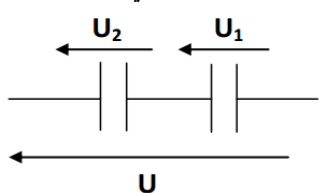
نطبق توترا  $U = 100V$  بين قطبي مكثفين مركبين على التوالي سعاتهما

$C_1$  و  $C_2 = 3 \mu F$

1- أوجد قيمة  $C_2$  علما ان التوتر بين

مربطي المكثف  $C_2$  هو  $U_1 = 40V$

2- أحسب السعة المكافئة لهذا التركيب



#### التمرين الأول

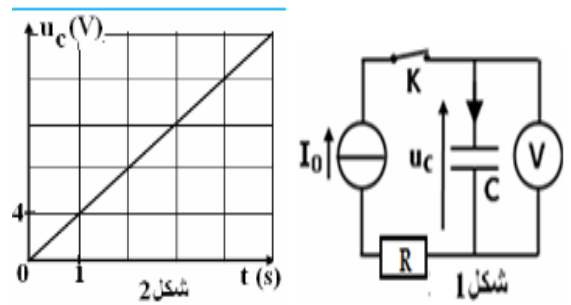
يتكون التركيب التجريبي من مولد مؤمل للتيار يعطي تيارا ثابتا شدته  $I = 4 \mu A$ ، موصل أومي مقاومته  $R = 1K \Omega$  ومكثف سعته  $C$  و فولطمتر الشكل 1 جانبه عند اللحظة  $t = 0$  نغلق قاطع التيار بواسطة الفولطمتر نعين التوتر بين مربطي المكثف بدلالة الزمن فنحصل على منحنى الشكل 2

1- بين على الشكل كيفية ربط راسم التذبذبات لمعاينة التوتر  $U_c(t)$  بين مربطي المكثف

2- أوجد تعبير التوتر  $U_c(t)$  بدلالة  $I$  و  $C$  و  $t$

3- حدد مبيانيا تعبير  $U_c(t)$

4- تحقق من ان سعة المكثف  $C = 1 \mu F$



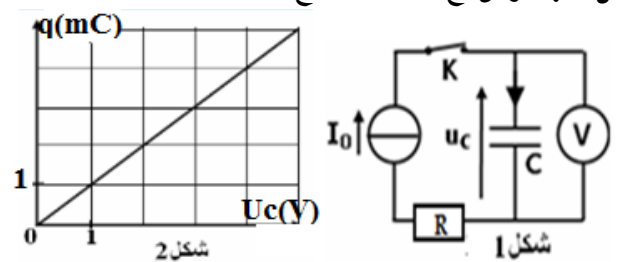
#### التمرين الثاني

يعطي المولد للدارة تيارا شدته  $I = 0,33mA$ ، يعطي المبيان جانبه تغيرات شحنة المكثف  $q$  بدلالة التوتر بين مربطيه  $u_c$

1- أوجد تعبير التوتر  $q(t)$

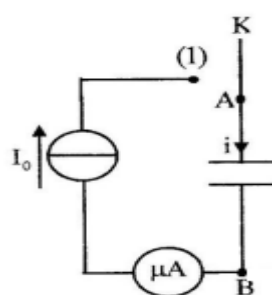
2- أوجد من المبيان قيمة سعة المكثف  $c$ .

3- يشير الصانع قيمة سعة المكثف هي  $c = 1mF$  بدقة 20%. هل القيمة الحصل عليها تتوافق مع ما أعطاه الصانع؟



#### التمرين الثالث

ننجز التركيب التجريبي جانبه من اجل تحديد سعة المكثف والمكون من:

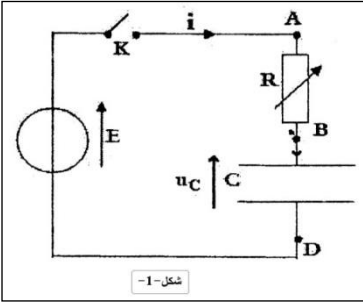


- مولد للتيار مؤمل
- مكثف سعته  $C$ ، غير
- مشحون بدنيا
- ميكروأميتر
- قاطع التيار  $K$
- موصل أومي مقاومته  $R$

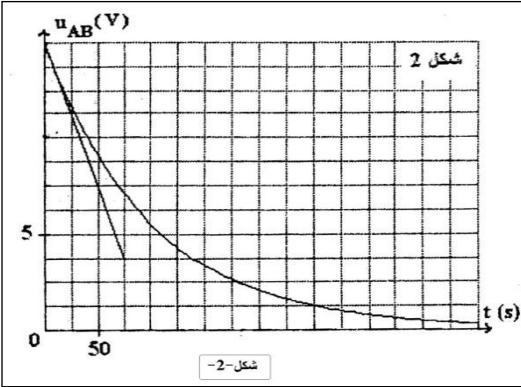
7- أوجد تعبير الطاقة المخزنة في المكثف بدلالة الزمن. استنتج قيمتها في النظام الدائم.

### التمرين السابع الدورة العاشرة 2009 علوم الحياة والأرض

تستعمل المكثفات في عدة تراكيب كهربائية ذات فائدة عملية في الحياة اليومية من بينها مؤقت الإنارة الذي تجهز به سالن العمارات وذلك لتحكم الآلي في إطفاء المصابيح بعدة مدة زمنية قابلة للتغير بهدف الاقتصاد في استهلاك الطاقة الكهربائية. يمثل الشكل جانبه جزءا من التركيب المبسط لنموذج من هذا المؤقت ويتكون من مولد مثالي قوته المحركة الكهربائية  $E$  و مكثف سعته



شكل-1



شكل-2

$$C = 250 \mu F$$

وموصل أومي مقاومته  $R$  قابلة للضبط و قاطع التيار.

نضبط مقاومة الموصل الأومي على القيمة  $R_1$  ونغلق قاطع التيار عند اللحظة  $t=0$

1- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها

التوتر  $u_C(t)$  بين مربطي المكثف أثناء عملية الشحن :

2- باستعمال التحليل البعدي بين  $\tau$  لها بعد زمني ؟

3- تحقق أن حل المعادلة التفاضلية هو :  $u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$

4- استنتج العبارة اللحظية  $i(t)$  لشدة التيار المار في الدارة أثناء عملية الشحن ؟

5- نعين بواسطة راسم التذبذب ذو ذاكرة تغيرات التوتر  $u_{AB}(t)$  فنحصل على المنحنى جانبه

5-1 مثل عل الدارة كيفية ربط راسم التذبذب لمعينة تغيرات التوتر  $u_{AB}(t)$

5-2 عين بيانيا قيمة كل من  $E$  وثابت الزمن  $\tau$  ثم استنتج قيمة المقاومة  $R_1$  ؟

6- يمثل الشكل اسفله التركيب المبسط لنموذج من مؤقت الإنارة حيث تم ضبط مقاومة الموصل الأومي على القيمة  $R_1$ .

الزر  $P$  يلعب دور قاطع التيار، والمركبة الإلكترونية لا تسمح بإضاءة المصابيح إلا إذا كان التوتر بين مربطي المكثف أصغر من قيمة حدية.

عند صعود شخص سالن العمارة يضغط على الزر  $P$ ، فتضي مصابيح السالمن، وعند تحرير الزر عند اللحظة  $t=0$

تبقى المصابيح مضيئة حتى يبلغ التوتر بين مربطي المكثف القيمة  $U_1 = 10V$  عند اللحظة  $t_1$ . تستغرق عملية وصول الشخص إلى منزله مدة زمنية  $\Delta t = 3min$ .

6-1 بين أن تعبير  $t_1$  هو :  $t_1 = \tau \ln \left( \frac{E}{E - U_1} \right)$ ، أحسب قيمة  $t_1$  ؟

6-2 هل تنطفئ المصابيح قبل وصول الشخص إلى منزله ؟

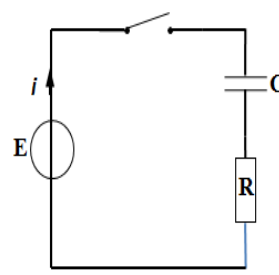
6-3 اقترح طريقة تمكن عمليا من زيادة مدة إضاءة المصابيح ؟

### التمرين الثامن الدورة العاشرة 2016 علوم فيزيائية

تمكن بعض ثنائيات القطب الكهربائية المكثفات والوشيعات من تخزين الطاقة، لكن هذه الأخيرة تتبدد مع مرور الزمن خلال انتقالها في الدارة الكهربائية، ويمكن تعويض الطاقة المبددة بالاستعانة بأجهزة ملائمة. ندرس في مرحلة أولى تصرف ثنائي القطب  $RC$  أثناء شحن المكثف، لهذا الغرض، ننجز الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل 1 والمكونة من:

### التمرين الخامس

نركب مكثفا سعته  $C$  مفرغ بدنيا مع موصل أومي مقاومته  $R = 10K \Omega$  و مولد قوته الكهرومحرركة  $E = 5V$  و قاطع التيار  $K$ . عند لحظة  $t = 0$  نغلق  $K$  و نعين بواسطة راسم تذبذب ذاكراتي، التوتر  $u_C(t)$  بين مربطي المكثف ونحصل على المنحنى الممثل جانبه.



مثل التوتر بين مربطي المكثف  $u_C$  في اصطلاح المستقبل بعد نقلك للتيبانية في ورقتك

1- بين على التيبانية كيفية ربط راسم التذبذبات لمعينة التوتر بين مربطي المكثف

$u_C$

2- أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C(t)$ . ثم التي يحققها الشحنة

$q(t)$

3- حل المعادلة يكتب على

الشكل  $u_C(t) = A(1 - e^{-t/\tau})$

أوجد تعبير  $A$  و  $\tau$ . باستعمال

4- معادلة الابعاد بين ان  $\tau$  بعدا

زمنيا

5- باستغلال المنحنى حدد قيمة  $\tau$

ثم استنتج قيمة  $C$

حدد شدة قيمة التيار  $I_0$

### التمرين السادس

يتكون التركيب الكهربائي التالي من مولد مؤمثل للتوتر قوته الكهرومحرركة  $E = 9V$  و مكثف سعته  $C$ ،

و موصلين أومي مقاومته  $R_1$

و قاطع التيار  $K$ .

نضبط مقاومة الموصل الأومي على

القيمة  $R_1$  ونغلق قاطع التيار  $K$

في اللحظة  $t = 0s$ ، فيشحن

المكثف تحت التوتر  $E$ .

في لحظة تعتبرها أصلا لتواريخ نغلق

قاطع التيار في الموضع (1) فيمر في

الدارة تيار

كهربائي شدته  $i$  تتغير بدلالة الزمن كما بين الشكل (2).

1- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شحنة المكثف  $q(t)$ .

2- حل هذه المعادلة التفاضلية يكتب على الشكل :  $q(t) = A(1 - e^{-\alpha t})$ .

حدد تعبير كل

من الثابتين  $\alpha$

و  $A$ .

3- اعط تعبير ثابتة

الزمن  $\tau$  و حدد

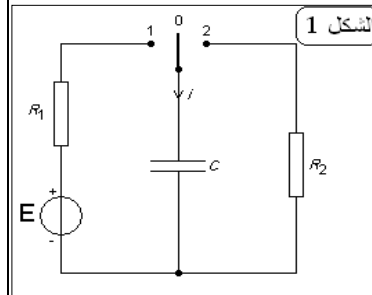
بعدها.

4- استنتج تعبير

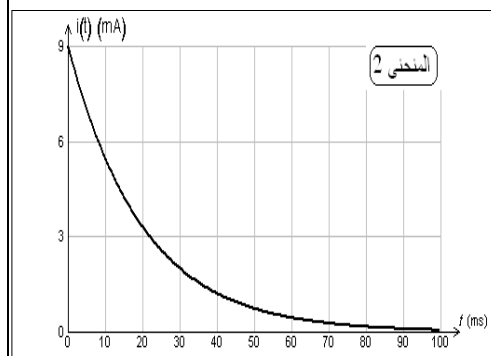
شدة

التيار المار في

الدارة.



الشكل 1



5- حدد قيمة المقاومة  $R_1$  ثم قيمة السعة  $C$ .



1- أثبت أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف تكتب

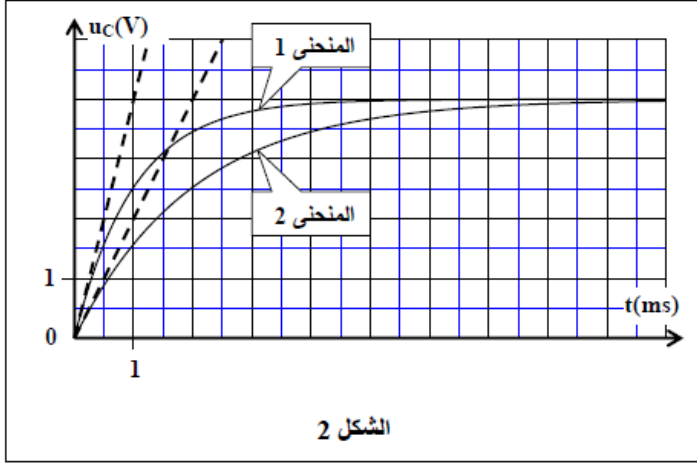
$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{R.C}.u_C = \frac{E}{R.C}$$

كما يلي:

$$-2- \text{ حل المعادلة التفاضلية هو } u_C = A \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) \text{ . أوجد تعبير } A$$

الفائدة  $A$  و ثابتة الزمن  $\tau$  بدلالة برامترات الدارة.

3- يمثل منحنى الشكل (2) تغيرات التوتر بين مربطي المكثف بدلالة الزمن بالنسبة للسعتين  $C_1$  و  $C_2$  لسعة المكثف،



الشكل 2

حيث  $C_2 > C_1$ .

3-1 اقرن، معللا جوابك، كل منحنى بسعة المكثف الموافقة له.

2-3 عين قيمة  $\tau_1$  ثابتة الزمن الموافقة للسعة  $C_1$ . استنتج قيمة  $C_1$ .

3-3 حدد تأثير قيمة سعة المكثف على مدة شحن المكثف.

4- أنقل الجواب الصحيح الى ورقة تحريرك.

قيمة شدة التيار الكهربائي المار في الدارة عند بداية شحن المكثف هي:

أ-  $I = 4.10^{-2} \text{ A}$  ب-  $I = 3.10^{-2} \text{ A}$  ج-  $I = 2.10^{-2} \text{ A}$  د-  $I = 4.10^{-3} \text{ A}$

### التمرين العاشر الدورة العادية 2018 علوم رياضية

ننجز التركيب الممثل في تبيانة الشكل 1 و المكون من:

مولد التوتر  $G$  قوته الكهرومحرركة  $E$

موصل أومي مقاومته  $R = 2 \text{ k}\Omega$  ؛

مكثف سعته  $C$  غير مشحون

بدئيا؛

قاطع التيار  $K$ .

نغلق القاطع  $K$  عند لحظة نختارها أصلا

للتواريخ  $(t = 0)$ . يمثل  $u_C$  التوتر بين

مربطي المكثف.

$$\frac{du_C}{dt}$$

بدلالة  $u_C$ .

1- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها  $u_C$ .

2- حدد قيمة  $E$  و تحقق أن  $C = 10 \text{ nF}$ .

3- نعرف المردود الطاقى لعملية شحن مكثف ب:  $\rho = \frac{E_c}{E_g}$  حيث  $E_c$  هي

الطاقة التي يختزنها المكثف حتى يتحقق النظام الدائم و  $E_g = CE^2$  هي الطاقة

المنووحة من طرف المولد. حدد قيمة  $\rho$

مولد للتوتر قوته الكهرومحرركة  $E$  ؛

موصليين أوميين مقاوماتهما  $r = 20 \Omega$  و  $R$  ؛

مكثف سعته  $C$  غير

مشحون بدئيا

قاطع التيار  $K$

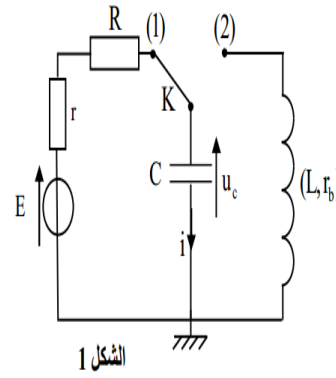
نضع قاطع التيار  $K$  في الموضع 1

عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ

$t = 0$  ونشغل نظام مسك معلوماتي

ملائم يمكن من خط منحنى تطور التوتر

$$u_C(t)$$



الشكل 1

1.1. أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C(t)$

1.2. اوجد تعبير  $A$  و  $\tau$  لكي يكون  $u_C(t) = A \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$  حلا

للمعادلة التفاضلية

1.3. تكتب شدة التيار

الكهربائي على شكل

$$i(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

بدلالة  $R$  و  $r$  و  $E$

1.4. باستغلال منحنى

الشكل 2:

1.4.1. أوجد قيمة

المقاومة  $R$  علما أن

$$I_0 = 0, 20 \text{ A}$$

1.4.2. حدد قيمة  $\tau$

1.4.3. حدد سعة المكثف  $C$

1.5. نعتبر اللحظتين  $t_1$  و  $t_2$  التي يكون عندهما على التوالي التوتر بين مربطي

$$u_C(t_2) = 90\% E \text{ و } u_C(t_1) = 10\% E$$

بين ان زمن الصعود  $t_m = t_2 - t_1 = \tau \ln(8)$  ثم استنتج قيمة  $t_m$

### التمرين التاسع الدورة العادية 2015 علوم الحياة والارض

يعتمد اشتغال العديد من الأجهزة الإلكترونية على دارات كهربائية تتضمن

ثنائيات قطب مختلفة. و تمكن دراستها من الوقوف على كيفية تصرف المكثف و

الوشيجة و على شكل التبادلات الطاقية التي تتم بينهما في دارة كهربائية.

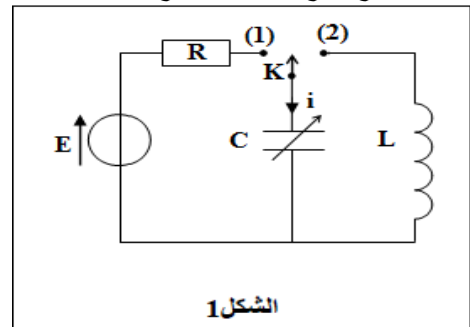
المكونة من مولد مؤمل للتوتر قوته الكهرومحرركة  $E = 4 \text{ V}$  ،

و موصل أومي مقاومته  $R = 100 \Omega$  ،

و مكثف سعته  $C$  قابل للضبط ،

و قاطع التيار قابل للتأرجح بين الموضعين (1) و (2) .

عند اللحظة  $t = 0$  ، نضع قاطع التيار في الموضع (1)، فيشحن المكثف.



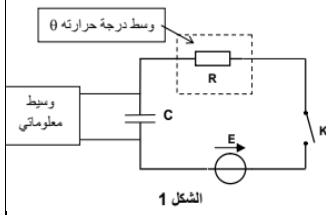
الشكل 1



## التمرين الثاني عشر الدورة العادية 2013 علوم رياضية

تمكن المحارير الإلكترونية من قياس درجة الحرارة المرتفعة جدا التي لا يمكن قياسها بواسطة محارير الكحولية أو الزئبقية. تعتمد بعض هذه المحارير في اشتغالها على تصرف ثنائي القطب RC خاضع لرتبة توتر صاعدة، حيث تتغير المقاومة R مع درجة الحرارة.

لمعرفة العلاقة بين المقاومة الكهربائية R و درجة الحرارة  $\theta$ ، أنجزت أستاذة الفيزياء تركيبا تجريبيا تبيانته ممثلة في الوثيقة 1 و المكونة من:



مكثف سعته  $C = 1,5 \mu F$ ؛

مجس حراري، وهو عبارة عن ثنائي

قطب مقاومته الكهربائية R تتغير

مع درجة الحرارة  $\theta$ ؛

مولد مؤمثل للتوتر، قوته

الكهرمحركة  $E = 6 V$ ؛

قاطع التيار K؛

وسيط معلوماتي يمكن من تتبع تطور التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف بدلالة الزمن.

بعد وضع المجس الحراري في وسط درجة حرارته  $\theta$  قابلة للضبط وغلق قاطع التيار

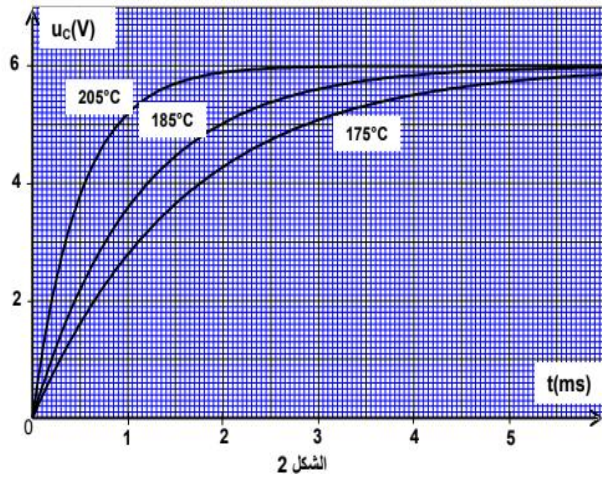
K؛ قامت الأستاذة بشحن المكثف عند درجات حرارة مختلفة، فحصلت على

المنحنيات التجريبية الممثلة في الوثيقة 2.

1-1- أنقل تبيان الوثيقة 1 على ورقة التحرير و مثل عليها التوتر بين مربطي المكثف  $u_C(t)$  والتوتر بين مربطي المجس الحراري  $u_R(t)$  في الاصطلاح مستقبل.

1-2- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C(t)$ .

1-3- يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على شكل  $u_C(t) = A + B.e^{-\frac{t}{RC}}$  أوجد الثابتين A و B.

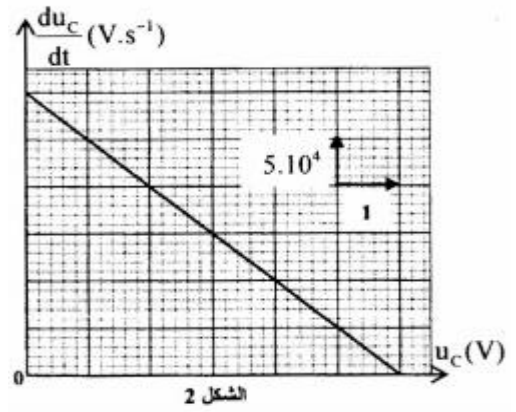


4-1- حدد ثابتة الزمن  $\tau_1$  عند درجة الحرارة  $\theta_1 = 205^\circ C$ ، ثم استنتج تأثير ارتفاع درجة الحرارة على مدة شحن المكثف.

2- لقياس درجة الحرارة  $\theta_2$  لفرن كهربائي، وضعت الأستاذة المجس الحراري المدروس في الفرن، ثم حددت تجريبيا ثابتة الزمن  $\tau_2$  باستعمال نفس التركيب

السابق (الوثيقة 1) فوجدت القيمة  $\tau_2 = 0,45 ms$ . يعطي منحنى الوثيقة 3 تغيرات مقاومة المجس الحراري R بدلالة درجة الحرارة  $\theta$ .

أوجد قيمة درجة الحرارة  $\theta_2$  داخل الفرن الكهربائي



## التمرين الحادي عشر الدورة العادية 2013 علوم رياضية

ننجز الدارة الكهربائية الممثلة على الشكل 1 و المكونة من:

مولد مؤمثل للتوتر قوته الكهرمحركة E.

مكثف سعته C.

موصل أومي مقاومته  $R = 100 \Omega$ .

قاطع التيار K.

المكثف غير مشحون. نغلق

قاطع التيار عند لحظة نعتبرها

أصلا للتواريخ  $(t = 0)$ .

1. أثبت المعادلة التي يحققها

التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف.

2. يكتب حل هذه المعادلة على

شكل  $u_C = A(1 - e^{-t/\tau})$

حيث أن A ثابتة موجبة

و أن  $\tau$  ثابتة

الزمن للدارة

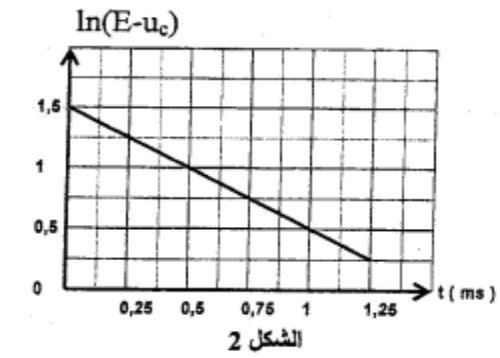
RC بين

أن:

$$= -\frac{t}{\tau} + \ln(E)$$

3. يعطي المنحنى

الممثل على



الشكل 2 تغير المقدار  $\ln(E - u_C)$  بدلالة الزمن t. باستغلال المبيان أوجد قيمة كل من E و  $\tau$ .

4. لنكن  $E_e(\tau)$  الطاقة المخزونة في المكثف عند اللحظة  $t = \tau$  و

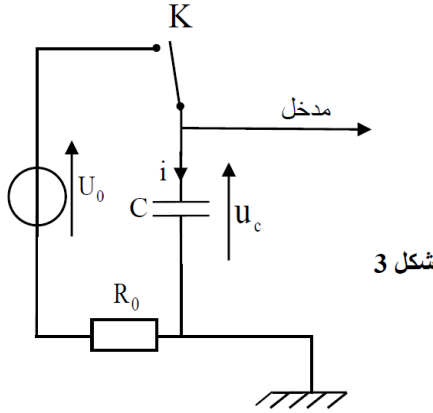
$E_{e \max}$  الطاقة القصوى التي يخزنها المكثف. أحسب النسبة:  $\frac{E_e(\tau)}{E_{e \max}}$

5. أحسب قيمة المكثف  $C'$  التي يجب تركيبه مع المكثف C في الدارة السابقة

لتأخذ ثابتة الزمن القيمة  $\tau' = \frac{\tau}{3}$ . علل كيفية التركيب (على التوازي أم على التوالي

## التمرين الرابع عشر الدورة العادية 2013 علوم رياضية

أنجز أحمد التركيب الممثل في الشكل 3 حيث استعمل لشحن المكثف السابق ذي السعة  $C$ ، مولدا يعطي توترا ثابتا  $U_0 = 2,25V$  .. عند اللحظة  $t=0$ ، أغلق الدارة ليشحن المكثف عبر مقاومة  $R_0$  قيمتها  $50\Omega$ . بواسطة جهاز للمسك عاين تطور التوتر  $u_c$  بين مربطي المكثف أثناء الشحن؛ فحصل على المنحنى الممثل في الشكل 4.



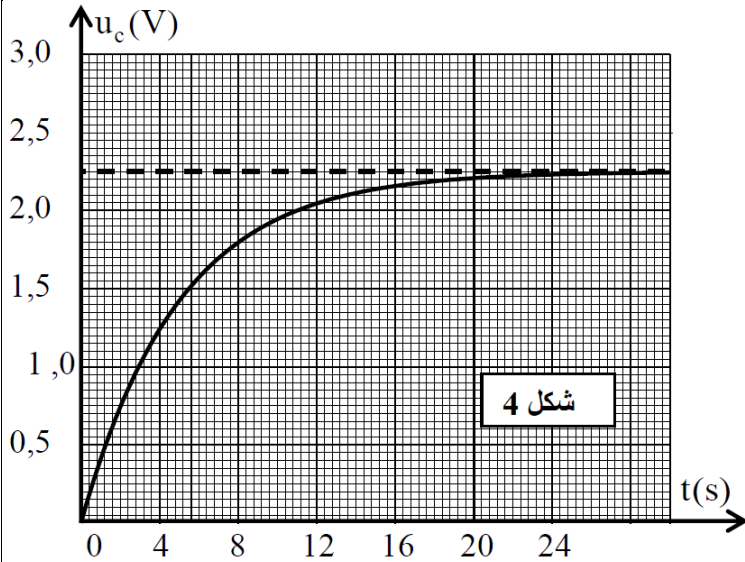
1-2- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_c$  أثناء شحن المكثف

2-2- يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل  $u_c(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + B$  مع  $\tau$  ثابتة الزمن للدارة المستعملة.

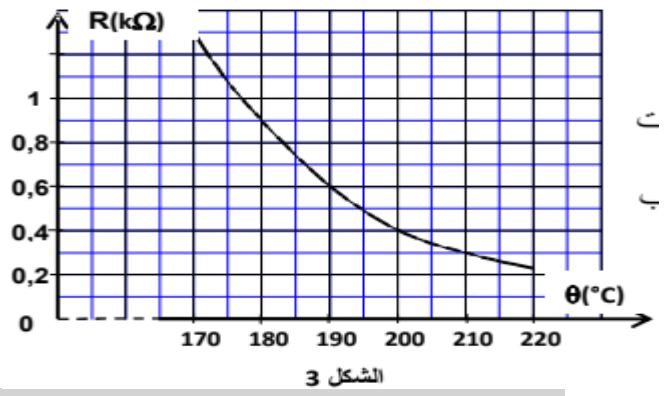
اعتمادا على منحنى الشكل 4، حدد قيمة كل من الثابتين  $A$  و  $B$ .

3-2- أوجد تعبير شدة التيار  $i(t)$  بدلالة الزمن أثناء شحن المكثف. ارسم المنحنى الممثل لهيئة  $i(t)$  بدون سلم مع احترام الاصطلاحات وأصل التواريخ.

4-2- أحسب قيمة المقاومة  $R_0$  التي يجب أن يستعملها أحمد ليشحن مكثفه كليا



خلال نفس المدة التي استغرقها الشحن الكلي لمكثف مريم؛ باعتبار أن مدة الشحن الكلي تقدر ب  $5\tau$



## التمرين الثالث عشر الدورة العادية 2013 علوم رياضية

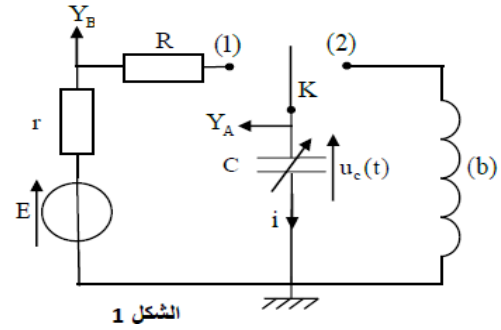
يهدف هذا التمرين الى دراسة كل من استجابة ثنائي القطب RC لرتبة التوتر نجز الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل 1 و المكونة من:

مولد للتوتر قوته الكهربائية  $E$  ومقاومته الداخلية مهملة،

موصليين أو ميين مقاوماتهما  $R = 20\Omega$  و  $r$ ،

مكثف سعته  $C$  قابلة للضبط، غير مشحون بدئيا،

قاطع التيار  $K$  ذي موضعين.



نضبط السعة  $C$  للمكثف على القيمة  $C_0$ . نضع قاطع التيار  $K$  في الموضع (1) عند لحظة نهتبرها أصلا للتواريخ ( $t=0$ ). يمكن نظام مسك معلوماتي ملائم من خط المنحنيين  $(\Gamma_1)$  و  $(\Gamma_2)$  (الشكل 2) الممثلين للتوترين الحاصل عليهما باستعمال المدخلين  $Y_A$  و  $Y_B$  (الشكل 1). يمثل المستقيم  $(T)$  المماس للمنحنى عند اللحظة  $t=0$ .

1-1- عين، من بين المنحنيين  $(\Gamma_1)$  و  $(\Gamma_2)$ ، المنحنى الممثل للتوتر  $u_c(t)$ .

2-1- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_c(t)$

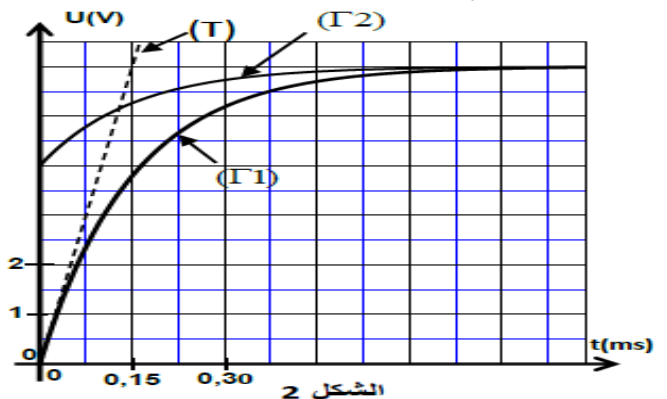
3-1- بين أن تعبير شدة التيار الكهربائي مباشرة بعد وضع قاطع التيار  $K$  في

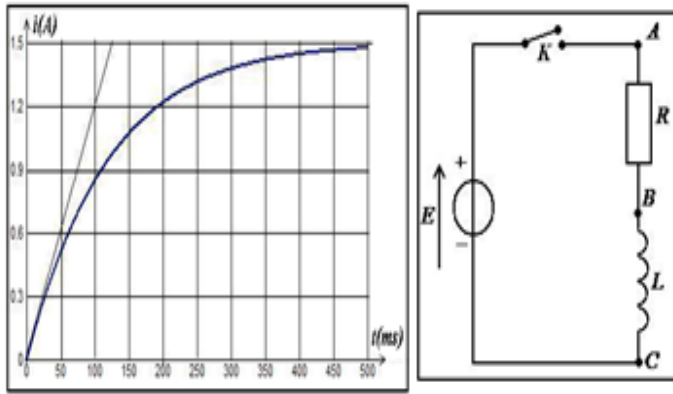
الموضع (1) هو  $i_0 = \frac{E}{r+R}$ .

1-4- اعتمادا على المنحنيين:

1-4-1- حدد قيمة المقاومة  $r$

2-4-1- بين أن  $C_0 = 5\mu F$





### التمرين الرابع الدورة العادية PC2014

ركب تقني المختبر على التوالي العناصر التالية :  
 موصلًا أوميًا مقاومته  $R = 200\Omega$  .  
 الوشيعَة (b)  
 مولداً مؤمّثلاً للتوتر قوته الكهرومحرّكة  $E$  .  
 قاطعاً للتيار  $K$  .

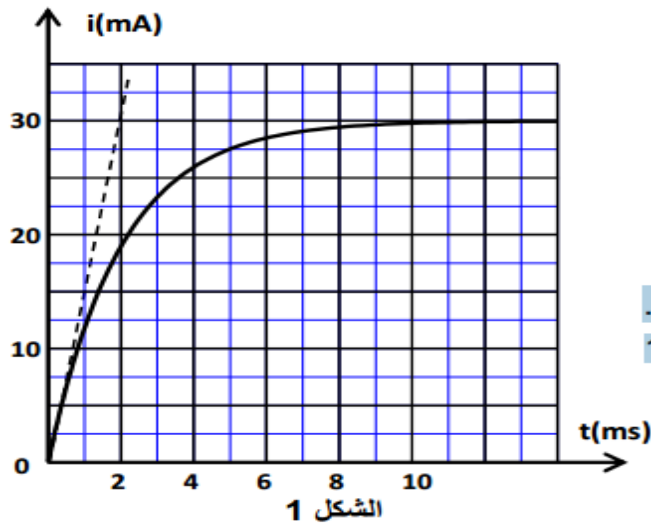
في هذه التجربة ، نعتبر المقاومة الكهربائية للوشيعَة مهملة أمام  $R$  . عند لحظة  $t = 0$  أغلق التقني قاطع التيار . وباستعمال وسيط معلوماتي ، عاين التوتر  $u_R(t)$  بين مربطي الموصل الأومي . بعد المعالجة المعلوماتية للمعطيات حصل على منحنى الشكل 1 الذي يمثل شدة التيار الكهربائي  $i(t)$  المار في الدارة .

1.1- ارسم تبياناً التركيب التجريبي مبيناً عليها كيفية ربط الوسيط المعلوماتي لمعاينة  $u_R(t)$

1.2- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار  $i(t)$

1.3- حل هذه المعادلة التفاضلية هو  $i(t) = A \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$  أوجد تعبير  $\tau$  و  $A$  بدلالة بramerات الدارة .

1.4- تحقق أن معامل التحريض للوشيعَة (b) هو  $L = 0,4H$



الشكل 1

### التمرين الأول

ننجز التركيب التالي الممثل في الشكل 1 والمكون من وشيعة معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها مهملة مركبة على التوالي مع موصل أومي مقاومته  $R = 5K\Omega$  وقاطع للتيار . يغذي المولد  $GBF$  الدارة الكهربائية بتوتر مثلي

1- مثل كيفية ربط مدخلي راسم التذبذب لمعاينة التوتر  $u_R$  و التوتر  $u_b$

2- بعد معاينة هذين التوترين نحصل على شاشة راسم التذبذب على المنحنيين التاليين شكل 2

1-2- عبر عن التوتر  $U_{BM}$

بدلالة  $i(t)$  و  $L$

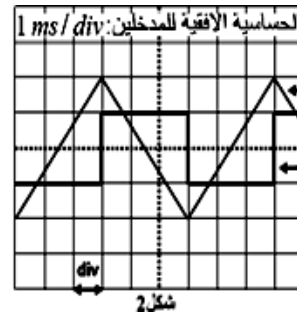
2-2- عبر عن التوتر  $U_{AM}$

بدلالة  $R$  و  $i(t)$

3-2- استنتج العلاقة .

$$u_b = -\frac{L}{R} \cdot \frac{du_R}{dt}$$

4-2- بين أن قيمة  $L = 0,15H$



### التمرين الثاني

نركب على التوالي الموصل أومي ذي مقاومة  $R$  مع وشيعة معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها الداخلية مهملة . فنحصل على ثنائي قطب  $AB$  نطبق بين مربطيه توتراً مثلياً بواسطة المولد كما يبين الشكل جانبه في احوال الزمن  $0ms \leq t \leq 2ms$

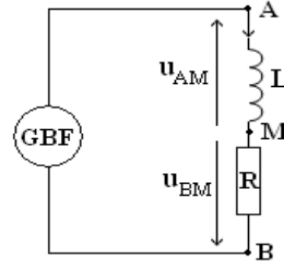
يكون التوتر  $u_{AM}$  بين مربطي الوشيعَة هو

$u_{AM} = -0,2V$  والتوتر  $u_{BM}$  بين مربطي

الموصل الأومي هو  $u_{BM} = 5 \cdot 10^3 t$

1- بين أن  $u_{AM} = \frac{-L}{R} \frac{du_{BM}}{dt}$

2- استنتج قيمة  $L$



الشكل 2

### التمرين الثالث

نعتبر دائرة كهربائية متوالية تحتوي على وشيعة مقاومتها  $r$  ومعامل تحريضها  $L$  ، وموصل أومي مقاومته  $R = 8\Omega$  ومولد له قوة كهرومحرّكة  $E = 12V$  .

1- أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار  $i(t)$  المار في الدارة

2- حل هذه المعادلة يكتب على شكل  $i(t) = A \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$  حدد تعبير

الثابتين  $A$  و  $\tau$

3- نعاين على شاشة حاسوب تغيرات شدة التيار  $i(t)$  بعد غلق قاطع التيار ونحصل على المنحنى التالي :

1-3- عيّن مبيانيا القيمة  $I_0$  لشدة التيار في النظام الدائم ، واستنتج قيمة المقاومة الداخلية  $r$  .

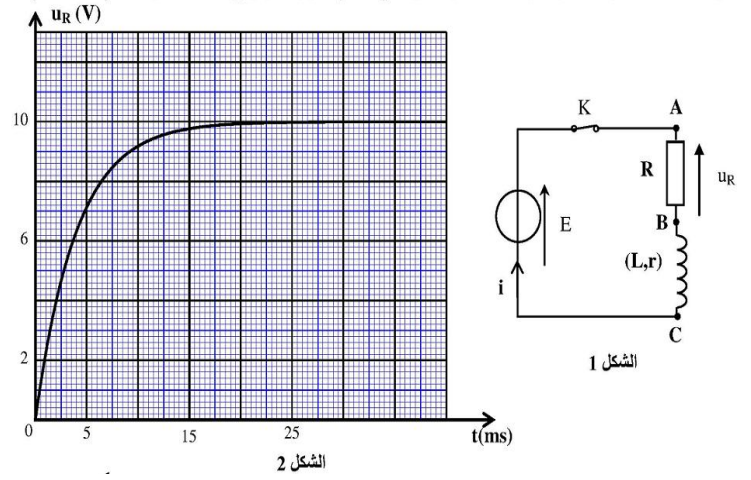
2-3- حدد مبيانيا قيمة ثابتة الزمن  $\tau$  . استنتج معامل التحريض للوشيعَة



## التمرين الخامس الدورة الاستدراكية PC2013

تحتوي مجموعة من الأجهزة السمعية على مكبرات للصوت. تشتمل هذه الأخيرة على دارات كهربائية من مكوناتها الأساسية الوشيعات. يهدف هذا التمرين إلى تحديد ميزتي وشيعة لمكبر الصوت باعتماد تجربتين مختلفتين. التجربة الأولى:

يتضمن مكبر الصوت وشيعة معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها  $r$ . لتحديد هاذين المقدارين المميزين للوشيعة تم إنجاز التركيب التجريبي المبين في الشكل 1 حيث  $E = 12V$  و  $R = 42\Omega$ . مباشرة بعد غلق الدارة، نعين بواسطة جهاز معلوماتي ملائم تطور التوتر  $u_R$  بدلالة الزمن. (الشكل 2).



1- بين أن التوتر  $u_R$  بين مربطي الموصل الأومي يحقق المعادلة التفاضلية:

$$\tau \frac{du_R(t)}{dt} + u_R = A$$

برامترات الدارة.

2- تحقق أن للثابتة الزمن  $\tau$  بعدا زمنيا.

3- أوجد تعبير  $u_R$  التوتر بين مربطي الموصل الأومي في النظام الدائم.

4- أوجد:

1.4: المقاومة الكهربائية  $r$  للوشيعة.

2.4: معامل التحريض الذاتي  $L$  للوشيعة.

## التمرين السابع الدورة الاستدراكية PC2013

يتكون التركيب المبين في تبيانة الشكل 1 من:

- مولد كهربائي مؤمل للتوتر قوته الكهرومحرمة  $E$ .
- وشيعة معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها  $r$ .
- موصل أومي مقاومته  $R = 90\Omega$ .
- قاطع التيار  $K$ .

عند اللحظة  $t = 0$ ، نغلق قاطع التيار  $K$

وننتع تطور التوترين  $u_R$  بين مربطي

الموصل الأومي و  $u_{PN}$  بين مربطي المولد

الكهربائي بدلالة الزمن. يمثل الشكل 2 منحنى التوترين  $u_R(t)$  و  $u_{PN}(t)$ .

1- أنقل تبيانة الشكل 1 على ورقة التحرير، ومثل عليها التوتر  $u_R$  في الاصطلاح مستقبل.

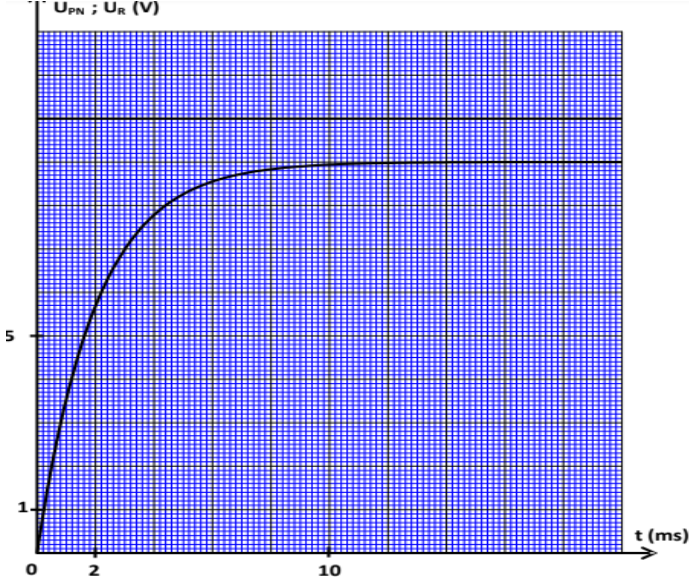
2- باستثمار وثيقة الشكل 2، أوجد:

أ- القوة الكهرومحرمة  $E$  للمولد.

ب- قيمة ثابتة الزمن  $\tau$

ج- المقاومة  $r$  للوشيعة.

3- بين أن قيمة معامل التحريض للوشيعة هي:  $L = 0,2H$ .



## التمرين الثامن الدورة العادية PC2017

لدراسة استجابة ثنائي القطب  $RL$  لرتبة توتر،

أنجز مدرس الفيزياء مع متعلميه التركيب الكهربائي المبين في تبيانة الشكل 1 والمتكون من:

- مولد كهربائي مؤمل للتوتر قوته الكهرومحرمة  $E = 6,5V$ ؛

- وشيعة معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها  $r$ ؛

- موصل أومي مقاومته  $R = 60\Omega$ ؛

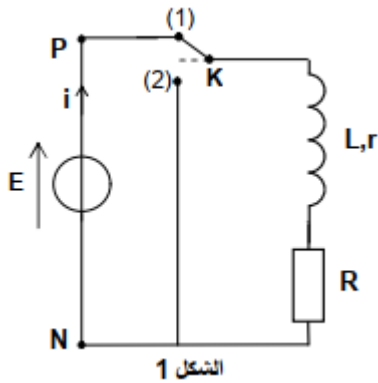
- قاطع التيار  $K$  ذي موضعين.

1- قام المدرس، في مرحلة أولى، بدراسة إقامة التيار في الوشيعة بوضع قاطع التيار في الموضع (1)

1.1- أنقل على ورقة التحرير تبيانة التركيب التجريبي، ومثل في الاصطلاح

مستقبل، التوتر  $u_R$  بين مربطي الموصل الأومي

1.2- أوجد في النظام الدائم، تعبير الشدة  $I_p$  للتيار الكهربائي بدلالة برامترات



الدارة

2- في مرحلة ثانية، قام المدرس بدراسة انعدام التيار في الوشيعة. بعد حصوله على النظام الدائم واتخاذ

للاحتياطات اللازمة، أرجح عند لحظة  $t = 0$  قاطع التيار إلى الموضع (2)

بواسطة نظام مسك معلوماتي ملائم، حصل المدرس على منحنى التطور الزمني

للتوتر  $u_R(t)$  بين مربطي الموصل الأومي. الشكل (2)

يمثل المستقيم  $(T)$  المماس للمنحنى عند اللحظة  $t = 0$ .



2.1- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_R(t)$

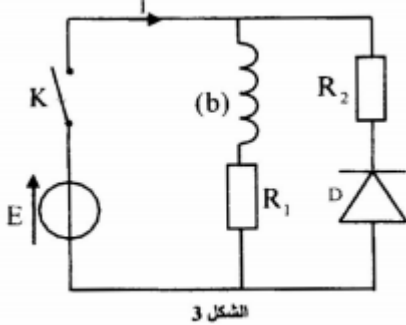
- 1- حدد قيمة ثابتة الزمن  $\tau$  .
- 2- استنتج قيمة معامل التحريض  $L$  للوشية .
- 3- أوجد الطاقة المخزنة في الوشية عند اللحظة  $t = \frac{\tau}{2}$  .

### التمرين العاشر الدورة العادية SM 2018

ننجز التركيب الممثل في الشكل 3 و المكون من

- مولد قوته الكهرومحرركة  $E = 6 \text{ V}$  ؛
- موصلين أو ميين مقاوماتهما على التوالي  $R_1$  و  $R_2 = 2 \text{ k}\Omega$  ؛
- وشية (b) معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها  $r = 20 \Omega$  ؛
- قاطع التيار  $K$  ؛
- صمام ثنائي  $D$  مؤمّل له عتبة التوتر  $u_S = 0$  ؛

- 1- نغلق القاطع  $K$  عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ  $(t = 0)$  . يمكن نظام معلوماتي ملائم من خط المنحنى الممثل لتطور الشدة  $i(t)$  للتيار في الدارة (الشكل 4). يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى عند اللحظة



الشكل 3

$t = 0$

- 1.1- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها  $i(t)$  .

- 2.1- حدد قيمة المقاومة  $R_1$  و تحقق أن قيمة معامل تحريض الوشية هو  $L = 0,3 \text{ H}$  .

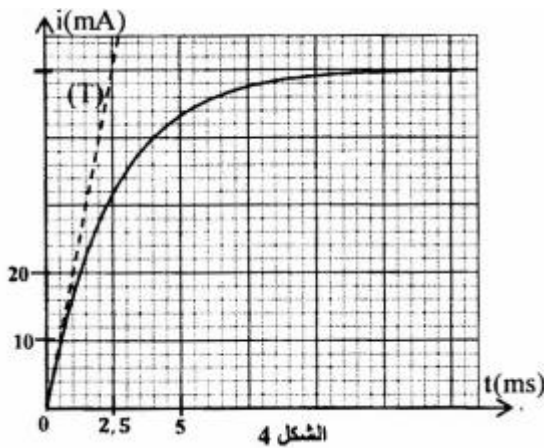
- 3.1- أحسب التوتر بين مربطي الوشية في النظام الدائم .

- 2- عندما يتحقق النظام الدائم، نفتح  $K$ ، نأخذ لحظة فتح القاطع  $K$  أصلا جديدا للتواريخ  $(t = 0)$  .

- 1.2- ما هي قيمة شدة التيار مباشرة بعد فتح القاطع  $K$  ؟ علل جوابك.

حدد عند اللحظة  $t = 0$ ، اعتمادا على المعادلة التفاضلية التي تحققها الشدة  $i(t)$

للتيار، قيمة كل من  $\frac{di(t)}{dt}$  و التوتر بين مربطي الوشية عند فتح الدارة



الشكل 4

2.2- يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على شكل  $u_R(t) = R.I_p e^{-\frac{t}{\tau}}$

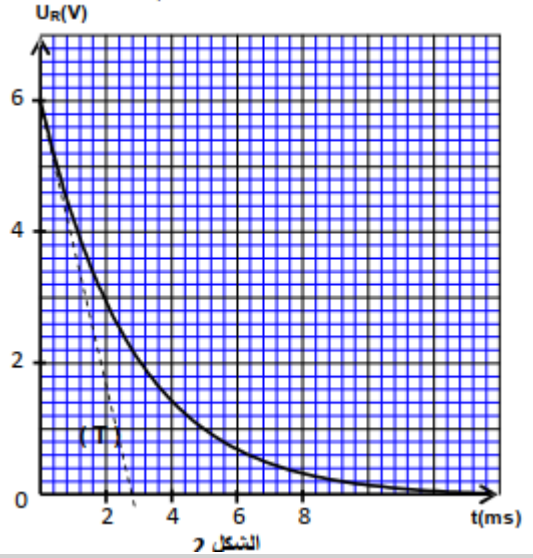
أوجد تعبير ثابتة الزمن  $\tau$

2.3- باستغلال منحنى الشكل 2

أ- بين أن قيمة مقاومة الوشية هي  $r = 5 \Omega$  .

ب- تحقق أن قيمة معامل التحريض للوشية هي  $L = 182 \text{ mH}$

2.4- أوجد قيمة الطاقة  $Em$  المخزنة في الوشية عند اللحظة  $t = \tau$  .



الشكل 2

### التمرين التاسع الدورة الاستدراكية PC2016

ننجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل

1 والمكون من:

❖ مولد للتوتر قوته الكهرومحرركة

$E = 12 \text{ V}$

❖ وشية معامل تحريضها  $L$

ومقاومتها مهملة .

❖ موصلين أو ميين مقاومتهما

$R = 40 \Omega$  و  $r$  .

❖ قاطع التيار  $K$  .

نغلق قاطع التيار  $K$  عند اللحظة  $t = 0$

، ونسجل بواسطة نظام مسك معلوماتي المنحنيين  $(C_1)$  و  $(C_2)$  الممثلين عند

المدخلين  $A$  و  $B$  (الشكل 2).

4- عين المنحنى الذي يمثل التوتر  $u_R(t)$  والمنحنى الذي يمثل

التوتر  $u_{PN}(t)$  .

5- حدد قيمة  $I_p$ ، شدة

التيار في النظام الدائم.

6- تحقق أن المقاومة  $r$

للموصل الأومي هي

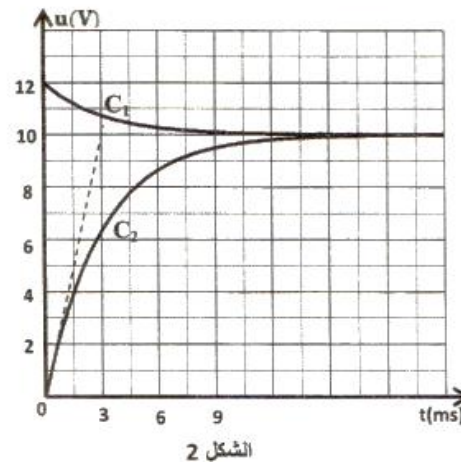
$r = 8 \Omega$  .

7- أثبت المعادلة التفاضلية

التي تحققها شدة التيار

الكهربائي

$i(t)$  المار في الدارة.



الشكل 2

8- أوجد تعبير  $A$  و  $\tau$  بدلالة براميزات الدارة ليكون حل

المعادلة التفاضلية هو:  $i(t) = A.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

## التمرين الحادي عشر الدورة العادية SM 2016

ننجز التركيب الكهربائي الممثل في الشكل 1 والمكون من:

- مولد للتوتر قوته الكهرومحرركة  $E$  ومقاومته الداخلية مهملة ؛

- موصلين أو ميين مقاومتاهما  $R_0 = 45\Omega$  و  $r$  ؛

- وشيعة (b) معامل تحريضها  $L_0$  ومقاومتها  $r_0$  ؛

- قاطع التيار  $K$  .

نغلق القاطع  $K$  في لحظة نختارها أصلا للتواريخ ( $t = 0$ ) يمكن نظام مسك

معلوماتي ملائم من خط المنحنى

( $C_1$ ) الذي يمثل التوتر  $u_{AM}(t)$

والمنحنى ( $C_2$ ) الذي يمثل التوتر

$u_{AB}(t)$  الشكل (2) .

3-3 أثبت المعادلة التفاضلية التي

تحققها شدة التيار  $i(t)$

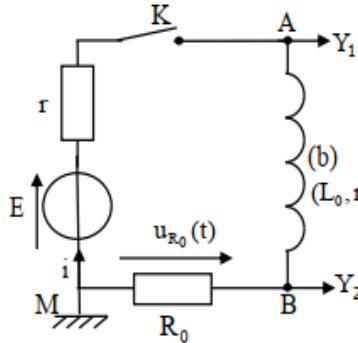
3-2 أوجد قيمة  $E$

3-1 حدد قيمة  $r$  و بين أن

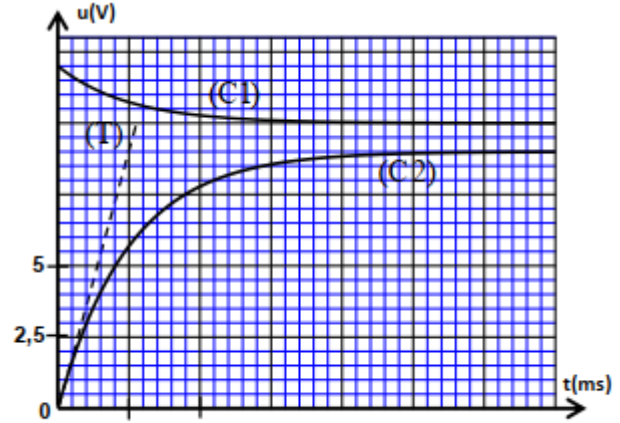
$r_0 = 5\Omega$

3-4 يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى ( $C_2$ ) عند ( $t = 0$ ) . تحقق ان

$L_0 = 0,18H$



الشكل 1



الشكل 2

## التمرين الثاني عشر الدورة العادية SM 2015

تحتوي مجموعة من الأجهزة الكهربائية

على تراكيب تتكون من وشيعات و

مكتفات و موصلات أو مية... تختلف

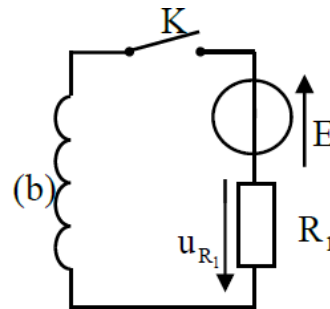
وظيفة هذه المركبات حسب كيفية

تركيبها و مجالات استعمالها.

1- دراسة ثنائي قطب RL

ننجز التركيب الممثل في الشكل 1 و

المكون من:



الشكل 1

مولد قوته

الكهرومحرركة  $E = 12V$  و مقاومته الداخلية مهملة،

موصل أو مية مقاومته  $R_1 = 52\Omega$  ،

وشيعة (b) معامل تحريضها الذاتي  $L$  و مقاومتها  $r$  ،

قاطع التيار  $K$  .

نغلق القاطع  $K$  في لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ ( $t = 0$ ) . يمكن نظام مسك

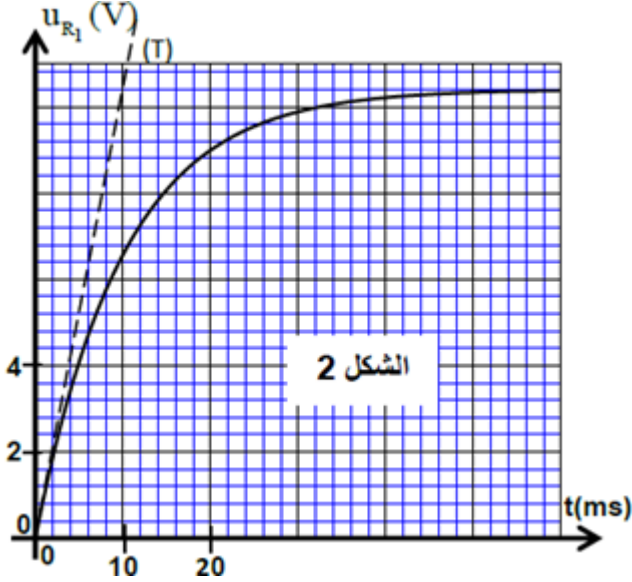
معلوماتي ملائم من خط المنحنى الممثل لتغيرات التوتر  $u_{R1}(t)$  بين مربطي

الموصل الأومي (الشكل 2). يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى عند  $t = 0$

1- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_{R1}$  بين مربطي الموصل الأومي.

2- حدد قيمة المقاومة  $r$  للوشيعة.

3- تحقق ان  $L = 0,6H$  .



الشكل 2

### - دراسة ثنائي قطب RL

ننجز التركيب الممثل في الشكل 1 و المكون من:

مولد قوته الكهرومحرركة  $E$  و مقاومته الداخلية مهملة،

موصل أو مية مقاومته  $R = 40\Omega$  ،

وشيعة (b) معامل تحريضها الذاتي  $L$  و مقاومتها الداخلية

مهملة ،

قاطع التيار  $K$  .

نغلق القاطع  $K$  في لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ ( $t = 0$ ) . يمكن نظام مسك

معلوماتي ملائم من خط المنحنى الممثل لتغيرات التوتر  $u_b(t)$  بين مربطي

الوشيعة (الشكل 2). يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى عند  $t = 0$

1- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_b$  بين مربطي الوشيعة .

2- يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل التالي  $u_b(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + B$  حدد

الثوابت  $A$  و  $B$  و  $\tau$  .

3- باستغلال المنحنى حدد

قيمة

3-1  $E$  القوة

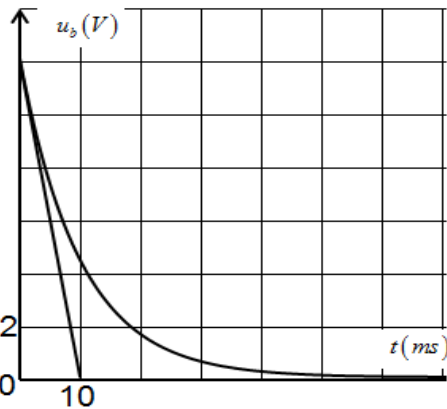
الكهرومحرركة

3-2 شدة التيار في

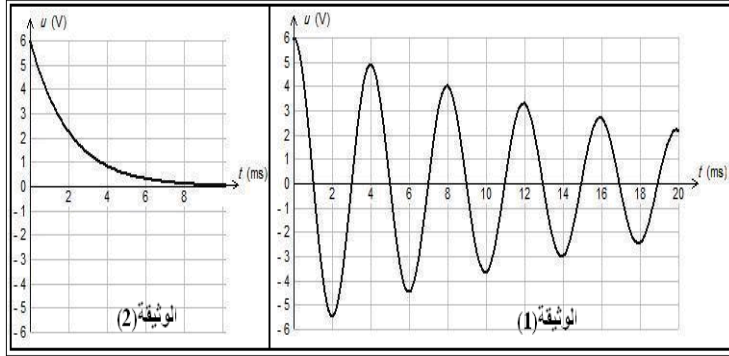
النظام الدائم  $I_P$

4- حدد قيمة معامل

التحريض  $L$

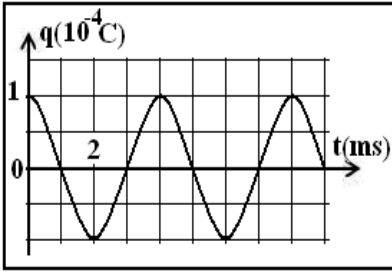


## ❖ الوحدة 3: التذبذبات الحرة المتوالية في دائرة RLC

بين اللحظتين  $t = 0$  و  $t_1 = 8ms$ .

## التمرين الثالث

نعتبر دائرة مكونة من وشيعة معامل تحريضها الذاتي  $L$  ومقاومتها مهملة، مركبة مع مكثف سعته  $C$  تم شحنه مسبقا بتوتر  $E = 250V$



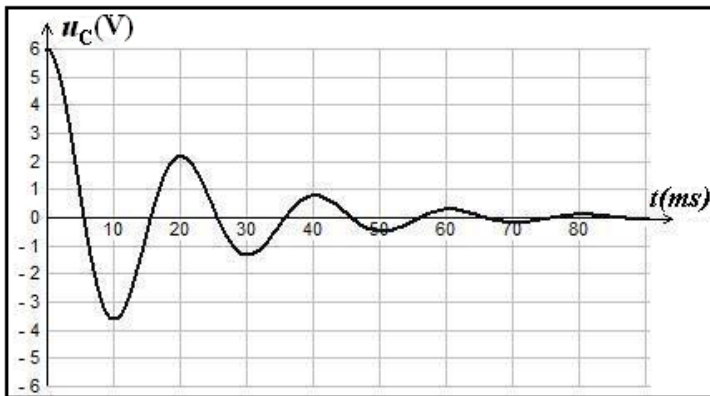
يمثل الشكل المقابل تغيرات شحنة المكثف  $q(t)$  بدلالة الزمن. (1) أثبت المعادلة التفاضلية التي تحكمها الشحنة  $q(t)$  ثم استنتج تعبير الدور الخاص  $T_0$ .

(2) أوجد مبيانيا قيمة  $T_0$  والشحنة القصوى  $Q_m$  للمكثف، ثم استنتج قيمة كل من  $C$  و

## التمرين الرابع

نشحن مكثفا سعته  $C = 10\mu F$  كليا بواسطة مولد قوته الكهرومحرقة  $E = 6V$  ونفرغه في وشيعة  $(b)$  معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها  $r$ ، مربطي المكثف بدلالة الزمن

(1) أرسم تبياناً التركيب التجريبي المستعمل. علل خمود التذبذبات.  
(2) عين مبيانيا قيمة شبه الدور  $T$ ، واستنتج قيمة معامل التحريض  $L$  للوشيعة باعتبار شبه الدور يساوي الدور الخاص. (نأخذ  $\pi^2 = 10$ )  
(3) ما نوع الطاقة المخزونة في الدارة عند اللحظة  $t = 25ms$ ؟ علل جوابك

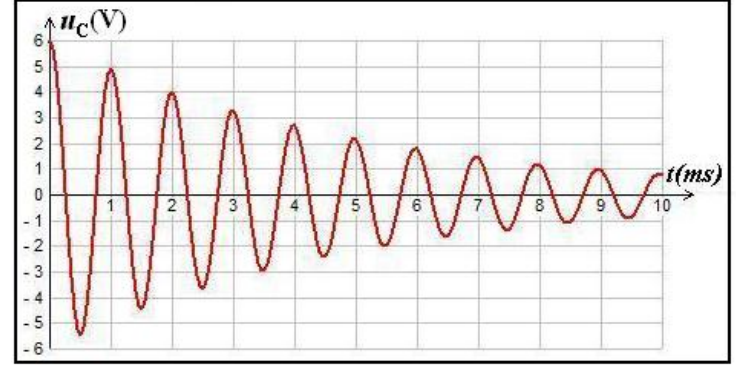


## التمرين الخامس

نعتبر التركيب التجريبي الممثل جانبه. نؤرجح قاطع التيار إلى الموضع 2 ونعائن التوتر بين مربطي كل من المكثف والموصل الأومي وبمعالجة معلوماتية، نحصل على

## التمرين الأول

نشحن مكثفا سعته  $C = 0,25\mu F$  بواسطة مولد قوته الكهرومحرقة  $E = 6V$  ونركبه عند اللحظة  $t = 0$  بين مربطي وشيعة معامل تحريضها الذاتي  $L$  ومقاومتها  $r$ . نعائن بواسطة راسم التذبذب تغيرات التوتر  $u_C(t)$  بين مربطي المكثف، فنحصل على الشكل أسفله

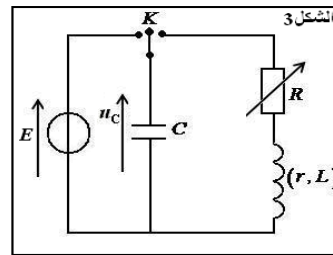


- 1) ما نظام التذبذبات الملاحظ؟
- 2) كيف تفسر خمود التذبذبات؟
- 3) أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C(t)$  بين مربطي المكثف.
- 4) عين مبيانيا شبه الدور  $T$  للتذبذبات.
- 5) نعتبر المقاومة  $r$  للوشيعة منعدمة.
- 1.5) أكتب في هذه الحالة المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C(t)$
- 2.5) حل هذه المعادلة هو:  $u_C(t) = U_m \cos(\alpha t + \varphi)$ . ما تعبير كل من  $U_m$  و  $\varphi$  و  $\alpha$ ؟
- 3.5) استنتج تعبير كل من الشحنة  $q(t)$  للمكثف وشدة التيار  $i(t)$  المار في الدارة.
- 4.5) أعط تعبير الدور الخاص  $T_0$  للتذبذبات.
- 6) أحسب قيمة معامل التحريض الذاتي  $L$  للوشيعة، علما أن شبه الدور يساوي الدور الخاص.

## التمرين الثاني

لدراسة التذبذبات الكهربائية، نجز التركيب الممثل في الشكل (3) والمتكون من وشيعة معامل تحريضها  $L = 0,1H$  ومقاومتها  $r$  وموصل

وعائنا على شاشة راسم التذبذب المنحني المقابل والممثل لتغيرات التوتر  $u_C$  بين أومي مقاومتها  $R$  قابلة للضبط ومكثف سعته  $C$  ومولد قوته الكهرومحرقة  $E$ . نشحن المكثف ثم نؤرجح قاطع التيار عند اللحظة  $t = 0$  إلى الموضع 2. تمثل الوثيقتان (1) و (2) أسفله تغيرات التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف بدلالة الزمن بالنسبة لقيمتين مختلفتين للمقاومة  $R$ .

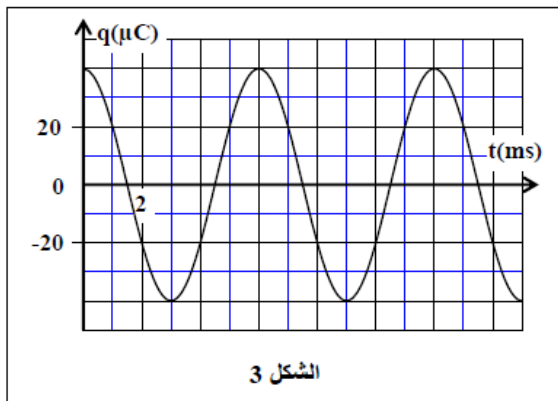


- 1.2) أقرن بكل وثيقة نظام التذبذبات الموافق.
- 2.2) حدد قيمة  $T$  شبه الدور التذبذبات.
- 3.2) نعتبر أن شبه الدور  $T$  يقارب الدور الخاص  $T_0$  للتذبذبات الكهربائية الحرة غير المخدمة. استنتج قيمة  $C$ .
- 4.2) حدد في حالة الوثيقة (1) قيمة الطاقة الكهربائية المبددة بمفعول جول في الدارة



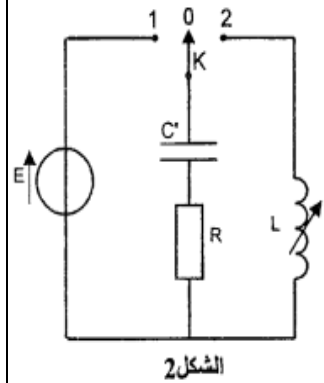
قيمة  $\xi_m$  الطاقة المغناطيسية المخزنة في الوشعة عند اللحظة  $t_1 = 7,5ms$  هي:

- أ.  $\xi_m = 4.10^{-6} J$  ب.  $\xi_m = 8.10^{-6} J$  ج.  $\xi_m = 4.10^{-5} J$  د.  $\xi_m = 8.10^{-5} J$



### التمرين الثامن الدورة الاستعرافية PC2011

- تركب الوشعة (b) والمكثف السابق على التوالي مع مولد يزود الدارة أنجز التلاميذ التركيب التجريبي الممثل في الشكل 2 و المكون من:
- مولد ذي قوة كهرومغناطيسية  $E = 12V$  و مقاومة داخلية مهملة.
  - موصل أومي مقاومته  $R = 200\Omega$ .
  - وشعة معامل تحريضها  $L$  قابل للضبط و مقاومته الداخلية مهملة.
  - مكثف سعته  $C' = 0,5\mu F$ .
  - قاطع تيار  $K$  ذي موضعين.



- بعد شحن المكثف، أرجح التلاميذ قاطع التيار الكهربائي إلى الموضع 2 عند لحظة نعتبرها أصلاً للتواريخ، فحصلوا بواسطة وسيط معلوماتي على المنحنى الممثل في الشكل 3

- 2.1. أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها  $u_c$  التوتر بين مربطي المكثف

- 2.2. حدد مبيانيا قيمة شبه الدور  $T$ .

- 2.3. نعتبر أن قيمة شبه الدور تساوي قيمة

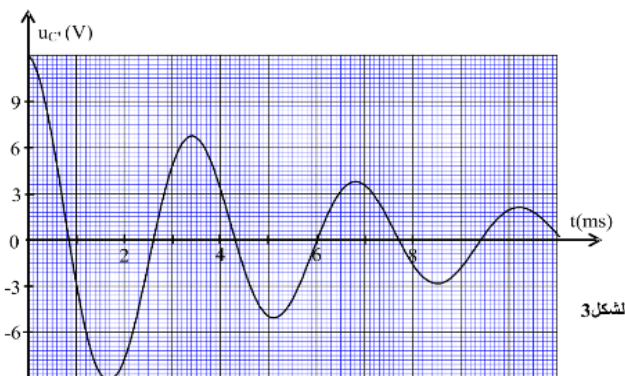
- الدور الخاص للمذبذب  $LC$ . استنتج قيمة  $L$ .

- 2.4. أحسب قيمة الطاقة الكلية المخزنة في الدارة عند اللحظة  $t = 3,4ms$ .

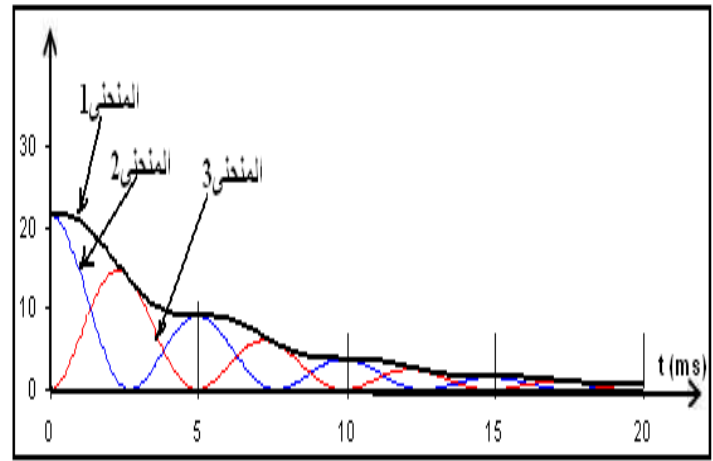
- 3- أضاف التلاميذ للتركيب 'RLC' السابق جهازاً لصيانة التذبذبات وربطوا الدارة المتذبذبة بمكبر للصوت يحول الموجة الكهربائية ذات التردد  $N_0$  إلى موجة صوتية لها نفس التردد.

- 3.1. مادور جهاز الصيانة من منظور طاقي؟

- 3-2. باعتمادك جدول تردد النوتات، حدد النوتة الموسيقية التي يصدرها مكبر الصوت



الرسم التذبذبي الممثل لتغيرات  $E_e$  و  $E_m$  و  $E$  الطاقات المخزنة على التوالي في المكثف والوشعة والدارة



- 1) إعط تعبير  $E_e$  و  $E_m$  و  $E$ .

- 2) أقرن كل منحنى بالطاقة التي يمثلها. علل جوابك.

- 3) أحسب الطاقة المبذوبة بمفعول جول خلال  $10ms$  الأولى.

- 4) لصيانة التذبذبات، نصيف للدارة  $RLC$  دارة متكاملة وخطية.

- 1.4) ما دور جهاز الصيانة الذي تمت إضافته.

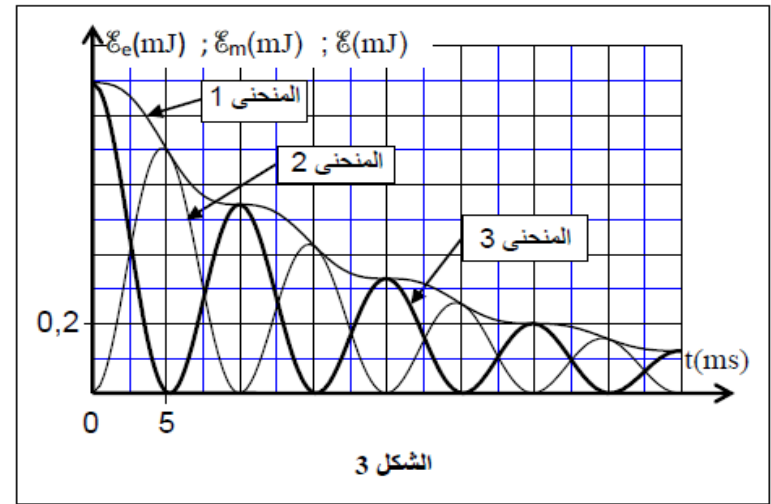
- 2.4) أرسم تبيانة ممثلاً عليها كيفية ربط هذا الجهاز

### التمرين السادس الدورة العادية SVT2014

- نعوض في التركيب (1) المولد  $G$  بمكثف مشحون بدياً. تمثل وثيقة الشكل (3) التطور الزمني للطاقة الكهربائية  $\xi_m$  المخزنة في المكثف، والطاقة المغناطيسية  $\xi_m$  المخزنة في الوشعة، والطاقة الكلية للدارة حيث  $\xi = \xi_e + \xi_m$ .

- 1-2. أقرن كل منحنى بالطاقة الموافقة له

- 2-2. حدد، بين اللحظتين  $t_0 = 0$  و  $t_1 = 30ms$ ، قيمة  $\Delta \xi$  تغير الطاقة الكلية للدارة.



### التمرين السابع الدورة العادية SVT2015

- نضبط سعة المكثف السابق على القيمة  $C = 10\mu F$  ونشحنه كلياً، ثم نؤرجح قاطع التيار إلى الموضع (2)، فيفرغ المكثف في الوشعة وتظهر على مستوى الدارة تذبذبات كهربائية. يمثل منحنى الشكل (3) تغيرات  $q(t)$  شحنة المكثف بدلالة الزمن.

- 1- حدد، معللاً جوابك، نظام التذبذبات في الدارة.

- 2-2. عين قيمة  $T_0$  الدور الخاص للتذبذبات في الدارة.

- 3-2. تحقق أن  $L = 9.10^{-2} H$  (نأخذ  $\pi^2 \approx 10$ ).

- 2-4. أوجد قيمة  $\xi_e$  الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثف عند اللحظة  $t = 0$ .

- 2-5. أنقل الجواب الصحيح إلى ورقة تحريرك.



## التمرين التاسع الدورة العادية PC2012

للتعرف على تأثير المقاومة  $r$  للوشية

(b) على الطاقة الكلية لدارة متوالية

$RLC$  حرة، ركب التلاميذ، عند لحظة

نعتبرها أصلا للتواريخ، مكثف سعة  $C$

مشحونا كلياً مع هذه الوشية كما هو

مبين في الشكل 3. بواسطة عدة

معلوماتية ملائمة، تمت معاينة التغيرات

الممثل في الشكل 4 لكل من الطاقة الكهربائية المخزونة في المكثف و الطاقة

الكهربائية المخزونة في الوشية بدلالة الزمن.

1- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة  $q(t)$  للمكثف.

2- حدد، من بين المنحنيين (أ) و (ب)، المنحنى الموافق للطاقة الكهربائية المخزونة

في الوشية (b).

نرمز للطاقة الكلية المخزونة في الدارة عند لحظة بالرمز  $E_T$  ويمثل مجموع الطاقة

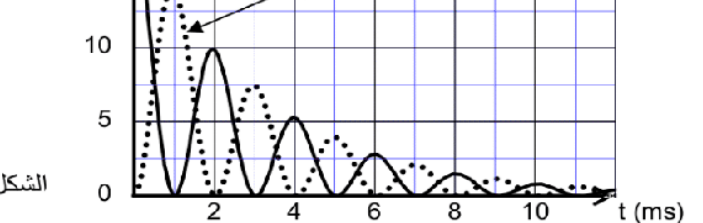
الكهربائية المخزونة في المكثف والطاقة الكهربائية المخزونة في الوشية عند لحظة  $t$ .

3-1- أكتب تعبير الطاقة  $E_T$  بدلالة  $L$  و  $C$  و  $q$  و  $\frac{dq}{dt}$ .

3-2- بين أن الطاقة الكلية  $E_T$  تتناقص مع الزمن حسب العلاقة

$dE_T = -r i^2 dt$  ثم فسر هذا التناقص

3-3- حدد الطاقة المبذوبة في الدارة بين اللحظتين  $t_1 = 2ms$  و  $t_2 = 3ms$



الشكل 4

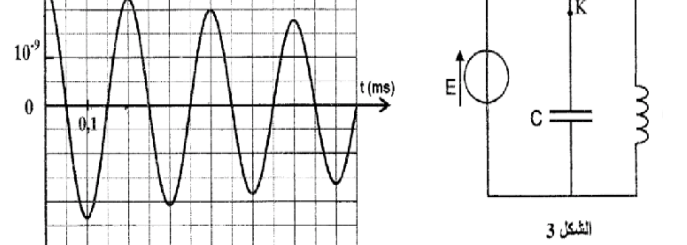
## التمرين العاشر الدورة العادية PC2013

في مرحلة ثانية، نعوض الموصل الأومي السابق بوشية (b) معامل تحريضها  $L$

ومقاومتها  $r$ . (الشكل 3). بعد شحن المكثف كلياً، نؤرجح عند اللحظة  $t=0$  قاطع

التيار  $K$  إلى الموضع 2. نعاين تغيرات الشحنة  $q(t)$  للمكثف بواسطة نفس العدة

المعلوماتية فنحصل على المنحنى الممثل في الشكل 4.



الشكل 4

1. أي نظام من الأنظمة الثلاث للتذبذب يبينه الشكل 4؟

2. أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة  $q(t)$  للمكثف.

3. باعتبار شبه الدور  $T$  يساوي الدور الخاص  $T_0$  للمتذبذب، أوجد قيمة

المعامل  $L$ . نعطي  $C = 1nF$

4. أحسب الطاقة المبذوبة بفعول جول في الدارة بين اللحظتين  $t_1=0$  و  $t_2=2T$

## التمرين الحادي عشر الدورة العادية SM 2008

المكثف مشحون، نؤرجح، عند لحظة نعتبرها أصلا جديدا للتواريخ ( $t=0$  قاطع

التيار  $K$  (الشكل 1) إلى

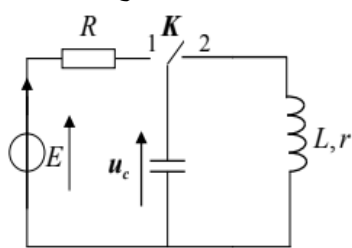
الموضع (2)، ونعاين بنفس

الطريقة

تطور التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف

خلال الزمن، فنحصل على

المنحنى الممثل في الشكل (3).



الشكل 1

2-1. أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف.

2-2. عبر عن الطاقة الكلية  $E_T$  للدارة بدلالة  $L$  و  $C$  و  $u_C$  و  $\frac{du_C}{dt}$ .

2-3. باستعمال المعادلة التفاضلية، بين أن  $\frac{dE_T}{dt} = -r i^2$ .

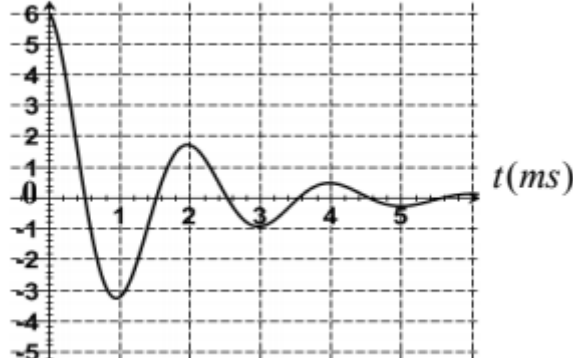
حيث  $i$  شدة التيار المار في الدارة عند اللحظة  $t$  و  $r$  مقاومة

الوشية.

2-4. نعتبر في هذه التجربة أن شبه الدور يساوي الدور الخاص للدارة.

احسب، اعتمادا على منحنى الشكل (3) معامل التحريض  $L$  للوشية

$C = 10\mu F$



شكل 3

## التمرين الثاني عشر الدورة العادية SVT2018

عند اللحظة  $t=0$ ، نربط المكثف المشحون سابقا بوشية معامل تحريضها  $L$

ومقاومتها مهملة.

1- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة  $q(t)$  للمكثف.

يمثل منحنى الشكل (3) تغيرات الشحنة  $q(t)$ .

2- سم نظام الذبذبات الذي يبرزه منحنى الشكل (3).

3- يكتب حل المعادلة التفاضلية:  $q(t) = Q_m \cos(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi)$ .

أ- باستغلالك لمنحنى الشكل (3)، حدد قيمة كل من  $Q_m$  و  $T_0$  و  $\varphi$ .

ب- أحسب قيمة  $L$ .

4- فسر كيفيا، انخفاض الطاقة الكلية للدارة ( $LC$ ) واحسب قيمتها.

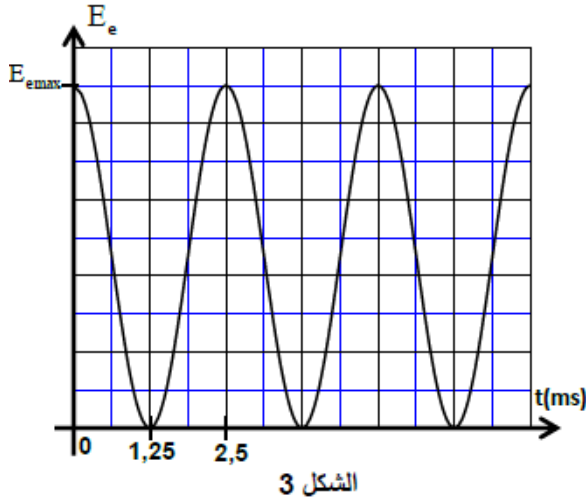
5- أوجد القيمة القصوى للشدة التيار المارة في الدارة.

3- اعتمادا على تعبير القدرة الكهربائية، اثبت تعبير الطاقة  $E_e(t)$  المخزونة في المكثف بدلالة الشحنة  $q(t)$  و السعة  $C$  للمكثف.

4- يمثل منحنى الشكل 3 تطور الطاقة الكهربائية  $E_e(t)$  المخزونة في المكثف بدلالة الزمن  $t$ .

1-4-2 احسب  $E_{e\max}$  الطاقة الكهربائية القصوى.

2-4-2 بالاعتماد على الدراسة الطاقية، أوجد قيمة  $I_m$



الشكل 3

### التمرين الخامس عشر الدورة العادية SM2011

نعيد التجربة باستعمال التركيب الممثل في الشكل (1) و ذلك بتعويض الوشيعه السابقة بوشيعه أخرى لها نفس معامل التحريض الذاتي  $L$  لكن مقاومتها  $r$  غير مهملة. بعد شحن المكثف كليا، نؤرجح قاطع التيار الى الموضع (2). يمثل الشكل (5) تطور الشحنة  $q$  للمكثف بدلالة الزمن.

1- اختر الجواب أو الأجوبة الصحيحة:

تكون الطاقة المخزونة في الوشيعه :

أ- قصوى عند اللحظة  $t_1 = 5.10^{-3} \text{ ms}$

ب- دنيا عند اللحظة  $t_1 = 5.10^{-3} \text{ ms}$

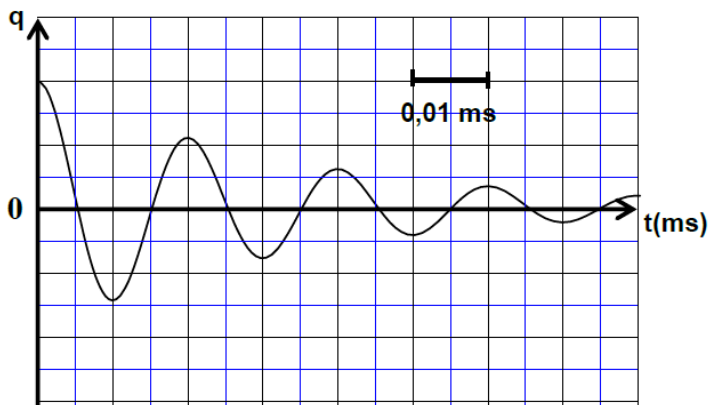
ج- قصوى عند اللحظة  $t_2 = 10^{-2} \text{ ms}$

د- دنيا عند اللحظة  $t_2 = 10^{-2} \text{ ms}$

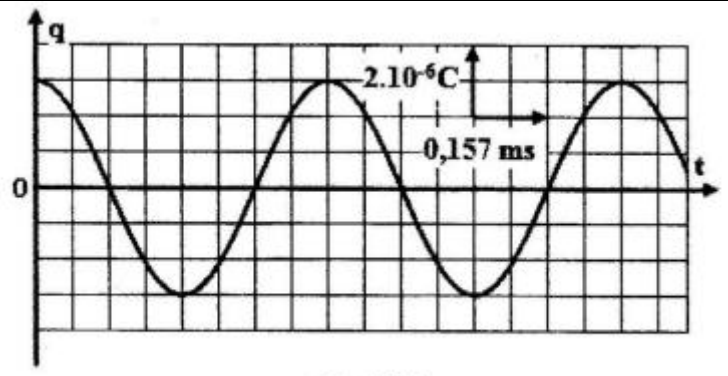
2- بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها شحنة المكثف تكتب على الشكل التالي:

$$\frac{d^2 q}{dt^2} + 2\lambda \frac{dq}{dt} + \frac{4\pi^2}{T_0^2} \cdot q = 0 \quad \text{مع } T_0 \text{ الدور الخاص للدائرة و}$$

$$\lambda = \frac{r}{2L}$$



الشكل (5)



الشكل (3)

### التمرين الثالث عشر الدورة العادية PC2016

بعد شحن المكثف كليا، نؤرجح قاطع التيار  $K$  إلى الموضع (2) عند لحظة نعتبرها أصلا جديدا للتواريخ. يمثل منحنى الشكل 3 تطور شحنة المكثف  $q(t)$  بدلالة الزمن.

1- تعرف على نظام التذبذبات الذي يبرزه منحنى الشكل 3.

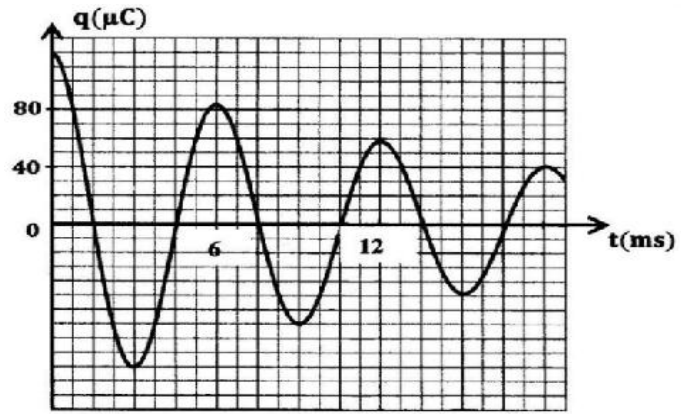
2 باعتبار شبه الدور يساوي الدور الخاص للتذبذب الكهربائي، حدد معامل التحريض  $L$  للوشيعه (b). نعطى  $C = 10 \mu F$

3- أحسب  $\Delta \epsilon$  تغير الطاقة الكلية للدائرة بين اللحظتين  $t = 0$  و  $t_2 = 18 \text{ ms}$ ، ثم فسر هذه النتيجة.

لصيانة التذبذبات في الدائرة، نركب على التوالي مع المكثف والوشيعه (b) السابقين مولدا (G) يزود الدائرة بتوتر يتناسب اطرادا مع شدة التيار الكهربائي  $u_G(t) = k \cdot i(t)$ .

1-4- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة  $q(t)$ .

2-4- نحصل على تذبذبات كهربائية جيبيه عندما تأخذ الثابتة  $k$  في النظام العالمي للوحدات القيمة  $k = 11$ . استنتج قيمة المقاومة الكهربائية  $r_b$  للوشيعه (b).



الشكل 3

### التمرين الرابع عشر

بعد حصول النظام الدائم، نؤرجح عند لحظة نعتبرها أصلا جديدا للتواريخ  $(t = 0)$  قاطع التيار  $K$  الى الموضع (2) فنحصل على دائرة  $LC$ .

1- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار  $i(t)$

2- يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل  $i(t) = I_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right)$

حيث يمثل  $T_0$  الدور الخاص للتذبذب و  $\varphi$  الطور عند أصل التواريخ و  $I_m$  القيمة القصوى لشدة التيار. أوجد قيمة  $\varphi$ .

$$u_c = U_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right) \text{ أوجد تعبير } T_0 \text{ و حدد قيمة معامل}$$

التحريض  $L$  للوشية.

3- باعتماد الحفظ الطاقة، أحسب الشدة القصوى  $I_{\max}$  للتيار في الدارة

4- ضبط أحمال المقاومة  $R$  على قيمة  $R_2 \neq 0$ ، فحصل على نظام شبه دوري

حيث يحقق التوتر  $u_c$  المعادلة التفاضلية:

$$\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{R_2}{L} \cdot \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC} u_c = 0$$

أوجد تعبير  $\frac{dE_T}{dt}$  بدلالة  $R_2$  و  $i$  حيث  $E_T$  الطاقة الكلية للدارة عند

اللحظة  $t$ .

### التمرين الثامن عشر SMR2014

ننجز التركيب الكهربائي الممثل في الشكل 1 والمتكون من:

- مولد  $G$  مؤمّل للتوتر قوته الكهرومحرّكة  $E = 12V$ ؛

- مكثفين  $C_1$  و  $C_2$  سعتهما تباعا  $C_1 = 3\mu F$  و  $C_2 = 0,5C_1$ ؛

- وشية معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها مهملة.

- نضع قاطع التيار  $K$  في الموضع (1) فيشحن المكثفان لحظيا حيث يكون  $U_1$

التوتر بين مربطي المكثف  $(C_1)$  و  $U_2$  التوتر بين مربطي المكثف  $(C_2)$ .

1- احسب  $U_1$  و  $U_2$

2- لنكن  $E_1$  الطاقة المخزونة في المكثف  $(C_1)$  و  $E_2$  الطاقة المخزونة في

المكثف  $(C_2)$ . بين أن  $E_2 = 2E_1$

نؤرجح، عند اللحظة  $t = 0$  قاطع التيار  $K$  إلى الموضع (1)؛ فيفرغ المكثفان

عبر الوشية. يعطي المنحنى الممثل في الشكل 2 التطور الزمني للطاقة المغنطيسية

المخزونة في الوشية

3- بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_c$  بين مربطي المكثف المكافئ

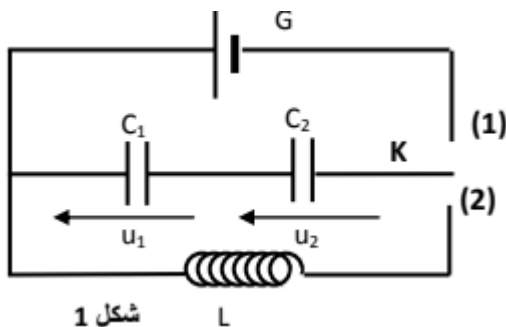
$$\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{3}{LC_1} u_c = 0$$

4- أوجد تعبير الدور الخاص  $T_0$  بدلالة  $L$  و  $C_1$ ؛ ليكون حل المعادلة

$$u_c(t) = E \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right) \text{ استنتج قيمة } L$$

5- بين أن الطاقة الكلية  $E_T$  للدارة ثابتة خلال الزمن. اعتمادا على مبيان

الشكل 2، عين قيمة الطاقة المخزونة في المكثف المكافئ عند اللحظة  $t = 2ms$



$$3- \text{علما أن تعبير شبه الدور } T \text{ للتذبذبات هو } T = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{T_0^2} - \frac{\lambda^2}{4\pi^2}}}, \text{ أوجد}$$

الشرط الذي يجب أن تحققه  $r$  بالنسبة ل  $\frac{L}{C}$  لتكون  $T_0 \approx T$

### التمرين السادس عشر SM

نعيد شحن المكثف السابق و ننجز التركيب الممثل في الشكل 4 الذي يتضمن، بالإضافة إلى هذا المكثف:

- وشية (b) معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها  $r$ ؛

- موصلا أوميا مقاومته  $R_0 = 12\Omega$ ؛

- قاطعا للتيار  $K$ .

نغلق الدارة الكهربائية و نعين التوتر  $u_{R0}(t)$  بين مربطي الموصل الأومي فنلاحظ أن تذبذبات الدارة شبه دورية.

1- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر بين مربطي الموصل الأومي.

2- للحصول على تذبذبات كهربائية مصانة ندرج في الدارة و على التوالي، مع

العناصر السابقة، مولدا كهربائيا  $G$  حيث التوتر بين مربطيه في الاصطلاح مولد

هو  $u_g(t) = k \cdot i(t)$  مع  $k$  بارامتر قابل للضبط.

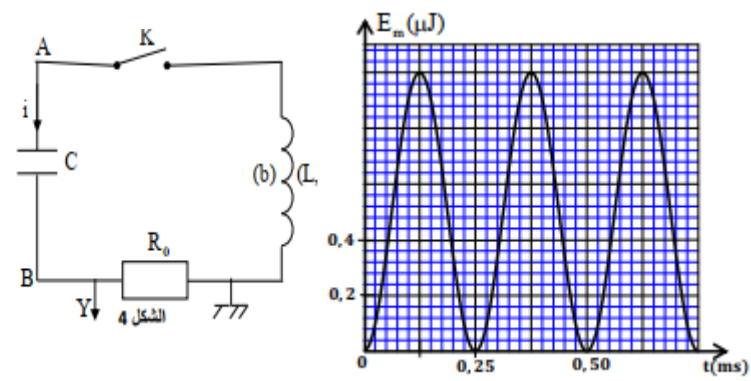
عند ضبط البارامتر  $k$  على القيمة  $k = 20SI$  في النظام العالمي

للوحدات (يصبح التوتر  $u_{R0}(t)$  جيبي).

3- حدد قيمة  $r$ .

4- يمثل منحنى الشكل 5 التطور الزمني للطاقة المغنطيسية  $E_m$  المخزونة في

الوشية. أوجد قيمة كل من  $L$  و  $U_{cmax}$  التوتر القصوي بين مربطي المكثف



### التمرين السابع عشر الدورة العادية SM 2013

أضاف أحمال إلى التركيب الممثل في الشكل

3 موصلا أوميا مقاومته  $R$  و وشية

معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها مهملة،

فحصل على التركيب الممثل في الشكل 5.

3-1- عند نهاية الشحن الكلي للمكثف

ضبط أحمال المقاومة  $R$  على القيمة

$R_1 = 0$ . عند اللحظة  $t = 0$ ،

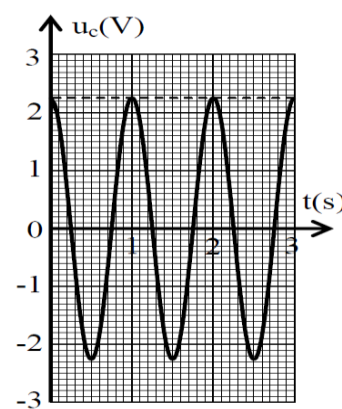
أرجح قاطع التيار  $K$  إلى الموضع 2،

فحصل على المنحنى الممثل في الشكل 6.

1- أثبت، في هذه الحالة، المعادلة

التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_c$  بين

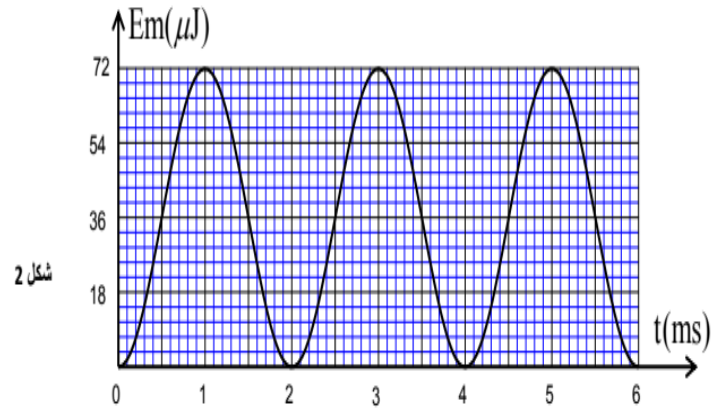
مربطي المكثف.



شكل 6



2- يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على الشكل.



### التمرين التاسع عشر الدورة العادية SM 2015

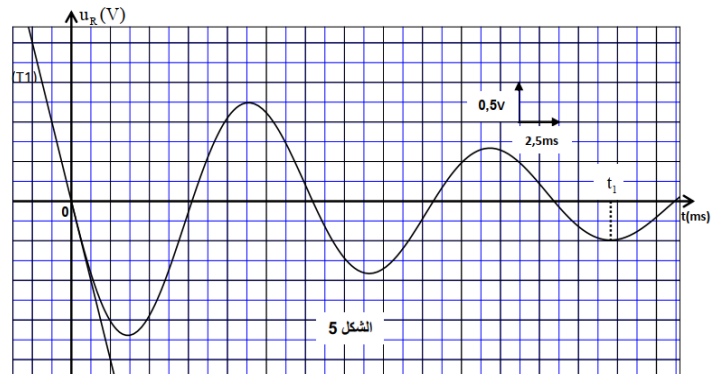
عندما يأخذ التوربين مربي المكثف القيمة  $u_C = U_0$  ، نفتح و نغلق عند لحظة تختارها أصلا جديدا للتواريخ ( $t = 0$ ). يمكن نظام مسك معلوماتي ملائم من خط المنحنى الممثل لتغيرات التوتر  $u_R(t)$  الشكل 5 يمثل المستقيم ( $T_1$ ) المماس للمنحنى عند اللحظة.

1- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة  $q$  للمكثف.

2- عبر عن  $\frac{dE_T}{dt}$  بدلالة  $R$  و  $r$  و  $i$  حيث تمثل  $E_T$  الطاقة الكلية للدائرة عند لحظة  $t$  و  $i$  شدة التيار المار في الدائرة عند نفس اللحظة.

3- بين أن  $U_0 = \frac{-L}{R} \left( \frac{du_R}{dt} \right)_{t=0}$  حيث  $U_0 = \frac{-L}{R} \left( \frac{du_R}{dt} \right)_{t=0}$  يمثل مشتقة  $u_R(t)$  بالنسبة للزمن عند  $t = 0$ . احسب  $U_0$ .

4- أوجد  $|E_j|$  الطاقة المبذولة بمفعول جول في الدائرة بين اللحظتين  $t = 0$  و  $t = t_1$  الشكل 5.



### التمرين العشرون الدورة العادية SM 2014

عند لحظة نعتبرها أصلا جديدا للتواريخ ، نؤرجح قاطع التيار إلى الموضع 3 من أجل تفريغ المكثف في وشيعة معامل تحريضها  $L = 0,2H$  ومقاومتها  $r$ . نعتبر أن مقاومة الوشيعة مهملة ونحتفظ بنفس توجيه الدائرة السابق.

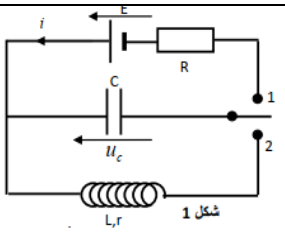
1- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار  $i(t)$ .

2- يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل التالي

$$i(t) = I_m \cos(2\pi N_0 t + \varphi)$$

1- باستعمال النظام المعلوماتي السابق ، نعين تطور شدة التيار  $i(t)$  في الدائرة

بدلالة الزمن  $t$  ، فنحصل على الرسم التذبدي الممثل في الشكل 2.



نرمز لطاقة المتذبذب عند اللحظة  $t = 0$  ب

$E_0$  و لشبه دور التذبذبات ب  $T$ .

1-3 احسب الطاقة  $E'$  للمتذبذب عند

اللحظة  $t = \frac{7}{4}T$  و استنتج التغير

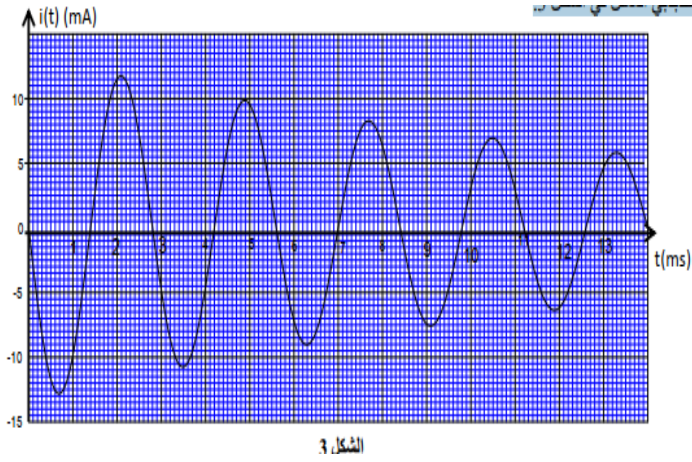
$\Delta E = E' - E_0$ . أعط تفسيرا لهذا التغير.

2-3 نقبل أن الطاقة الكلية للمتذبذب تتناقص بنسبة  $p = 27,5\%$  عند تمام كل شبه دور.

أ- بين أن تعبير الطاقة الكلية للمتذبذب يمكن أن يكتب عند اللحظة  $t = nT$

على الشكل  $E_n = E_0 (1-p)^n$  مع  $n$  عدد صحيح.

ب- احسب  $n$  عندما تتناقص الطاقة الكلية للمتذبذب ب  $96\%$  من قيمتها البدئية  $E_0$ .



### التمرين الواحد والعشرون الدورة العادية SMR2013

ننجز التركيب الممثل في الشكل 2. نؤرجح قاطع التيار  $K$  إلى الموضع 1 وبعد أن يشحن المكثف ، نؤرجح عند لحظة  $t = 0$  قاطع التيار  $K$  إلى الموضع 2 ونعين بواسطة جهاز ملائم تطور شحنة المكثف خلال الزمن؛ فنحصل على المنحنى الممثل في الشكل 3.

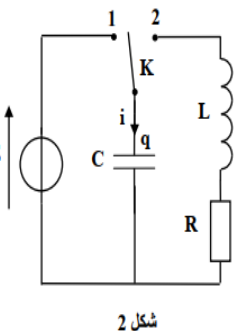
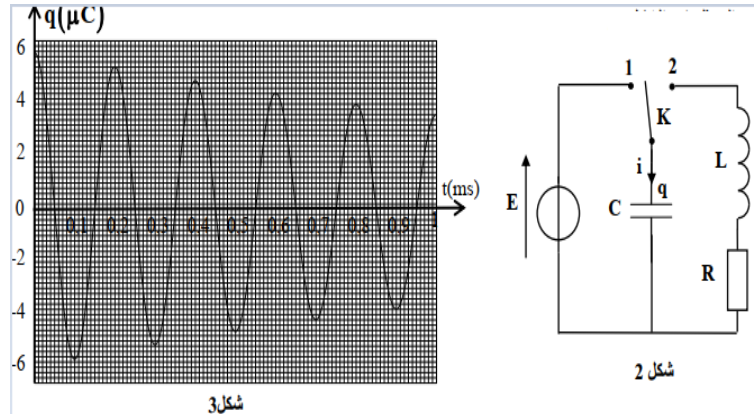
1- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شحنة المكثف  $q(t)$ .

2- علما أن حل المعادلة التفاضلية السابقة يكتب على الشكل

$$q(t) = q_0 \cdot e^{\frac{-t}{2\lambda}} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right)$$

1-2 أوجد تعبير  $\frac{q(t+T)}{q(t)}$  بدلالة شبه الدور  $T$  والثابتة  $\lambda$ .

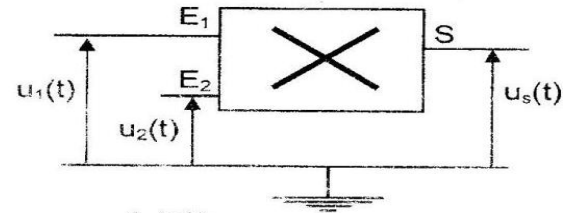
2-2 حدد قيمة  $\lambda$ .





## التمرين الأول PCN2015

نلجأ إلى عملية التضمين لنقل المعلومات لمسافات كبيرة جداً بواسطة موجات كهرومغناطيسية. من بين المركبات الإلكترونية المعتمدة في تضمين الوسع، نستعمل دائرة متكاملة منجزة للجداء.



الشكل 4

يهدف هذا الجزء من التمرين إلى دراسة تضمين الوسع. خلال حصة الأشغال التطبيقية، طبقت مجموعة من التلاميذ توتراً جيبياً تعبيره

للجداء، حيث  $U_0$  توتر المركبة المستمرة، وتوتراً جيبياً تعبيره

الشكل 5.  $u_2(t) = U_{m2} \cdot \cos(2\pi F t)$  الموافق لموجة حاملة عند المدخل  $E_2$ .

5

1.1 يكون تعبير التوتر  $u_s(t)$  عند مخرج الدائرة المتكاملة

هو:  $u_s(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$ ، مع  $k$  ثابتة تتعلق بالدائرة المتكاملة. بين أن وسع التوتر  $u_s(t)$  يكتب على الشكل:

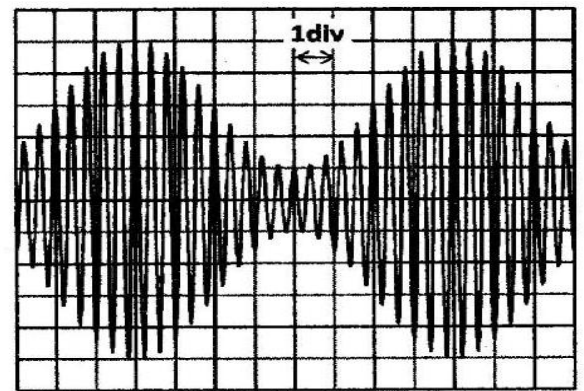
$$U_s = A[1 + m \cdot \cos(2\pi f t)]$$

2.1 بعد ضبط كاشف التذبذب على الحساسيتين  $1V / div$  و  $0,5 ms / div$ ، عاين التلاميذ توتر الخروج

$u_s(t)$  المحصل عليه و الممثل في الوثيقة 5.

3.1 حدد التردد  $f$  للإشارة المضمنة و التردد  $F$  للموجة الحاملة.

4.1 بحساب نسبة التضمين  $m$ ، بين أن التضمين جيد.



الشكل 5

## التمرين الثاني SMR2015

ننجز عملية تضمين الوسع بواسطة دائرة متكاملة منجزة للجداء. نطبق عند المدخل

$E_1$  للدائرة المتكاملة المنجزة للجداء التوتر الحامل  $p(t)$  وعند المدخل  $E_2$

التوتر  $s(t) + U_0$  حيث  $s(t)$  التوتر الموافق للإشارة المراد إرسالها و  $U_0$

المركبة المستمرة (الشكل 4). نحصل عند المخرج  $S$  للدائرة المتكاملة المنجزة

للجداء على التوتر  $u(t)$  الموافق للإشارة المضمنة الوسع، ذي التعبير

$$u(t) = k \cdot p(t) \cdot (s(t) + U_0)$$

حيث  $s(t) = S_m \cdot \cos(2\pi f_s t)$  و  $p(t) = P_m \cdot \cos(2\pi f_p t)$  ثابتة تميز الدائرة المتكاملة المنجزة للجداء.

1- بين أن تعبير التوتر المضمن الوسع على الشكل

$$u(t) = A \left[ \frac{m}{S_m} s(t) + 1 \right] \cos(2\pi f_p t)$$

2- أوجد تعبير نسبة التضمين  $m$  بدلالة القيمة  $U_{min}$  و  $U_{max}$

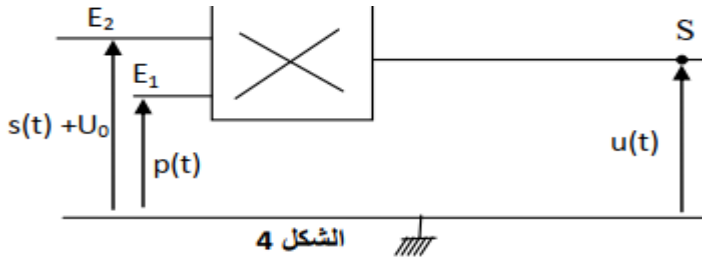
نضبط الخط الضوئي الأفقي ليكون وسط شاشة راسم التذبذب

قبل تطبيق أي توتر. نعاين التوتر  $u(t)$  فنحصل على الرسم التذبذبي

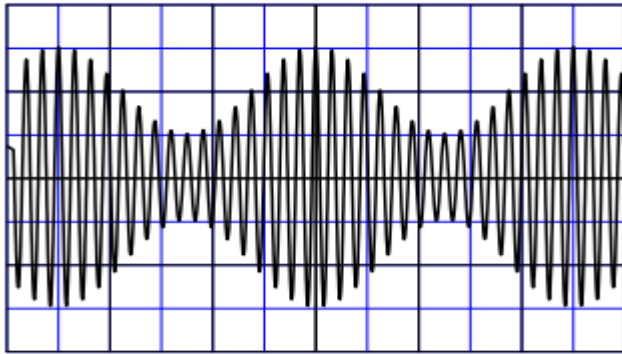
الممثل في الشكل 5.

الحساسية الأفقية:  $20 \mu s \cdot div^{-1}$ ، الحساسية الرأسية:  $1V \cdot div^{-1}$

3- حدد  $f_p$  و  $f_s$  و  $m$  ماذا تستنتج بخصوص جودة التضمين؟



الشكل 4



الشكل 5

## التمرين الثالث PCR2010

لإرسال إشارة جيبية  $s(t)$  ذات تردد  $f_s$ ، ننجز التركيب الممثل في الشكل 4، و

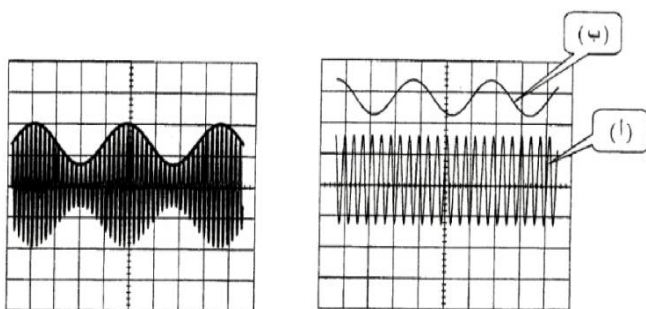
نطبق التوتر  $p(t) = P_m \cos 2\pi F_p t$  على المدخل  $E_1$  و التوتر

$s(t) + U_0 = S_m \cos 2\pi f_s t + U_0$  على المدخل  $E_2$  (  $U_0$  المركبة

المستمرة للتوتر)، و نعاين على شاشة راسم التذبذب التوترين  $p(t)$  و  $s(t) + U_0$

ثم التوتر  $u_s(t)$  عند مخرج الدائرة المتكاملة، فنحصل على المنحنيات الممثلة في

الشكلين 4 و 5.



الشكل 6

الشكل 5

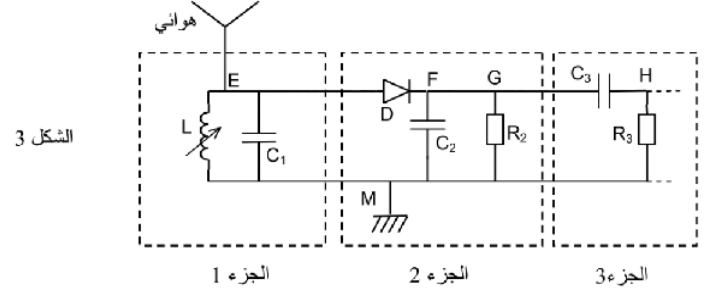
1- ما الشرط الذي يجب أن يحققه الترددان  $f_s$  و  $F_p$  للحصول على تضمين جيد.

2- أقرن كل منحنى من الشكلين 2 و 3 بالتوتر المناسب له.

3- حدد نسبة التضمين  $m$  علما أن الحساسية الرأسية لرأس التذبذب هي  $1V/div$ . ماذا تستنتج؟

### التمرين الرابع PCR2012

لاستقبال موجة منبعثة من محطة إذاعية، نستعمل الجهاز المبسط والمكون من 3 أجزاء كما هو ممثل في الشكل 3.



الشكل 3

يتكون الجزء 1 من هوائي ووشبعة معامل تحريضها قابل للضبط ومقاومتها مهملة ومكثف سعته  $C_1 = 4,7 \cdot 10^{-10} F$ ، مركبين على التوازي.

1.1: ما هو الدور الذي يلعبه الجزء 1؟

1.2: لاستقبال موجة AM ذات التردد  $f = 160 KHz$ ، نضبط

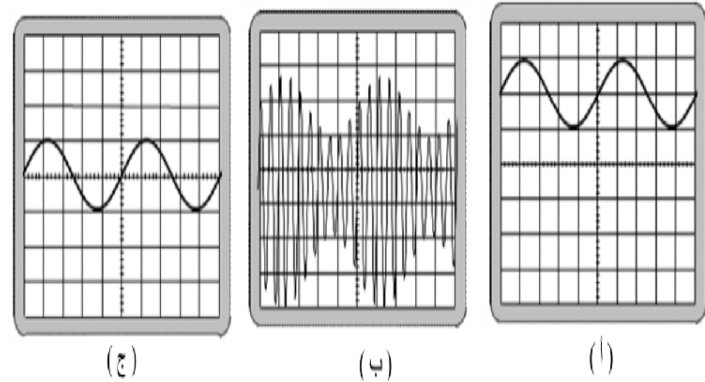
معامل التحريض على القيمة  $L_1$ . أحسب  $L_1$ .

1. يمكن الجزء 2 و 3 من إزالة تضمين الإشارة المستقبلية. مادور كل من الجزئين 2 و 3 في عملية إزالة التضمين؟

2. نعين على رأس التذبذبات التوترات  $u_{EM}$  و  $u_{GM}$  و  $u_{HM}$

فحصل على المنحنيات التالية:

أقرن كل منحنى من المنحنيات الثلاث (أ) و (ب) و (ج) بالتوتر الموافق له؛ علل جوابك



### التمرين الخامس PCR2014

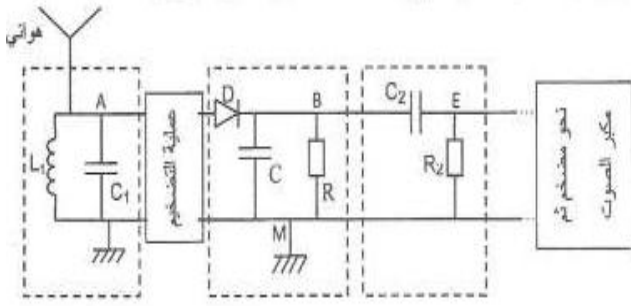
يمثل الشكل 5 التركيب المبسط الذي أنجزته مجموعة التلاميذ لاستقبال موجة AM. يكتب تعبير التوتر الكهربائي في النظام العالمي للوحدات (SI) عند مخرج دائرة الانتقاء على الشكل:

$$u(t) = 0,1 \cdot [0,5 \cdot \cos(10^3 \pi t) + 0,7] \cos(2 \cdot 10^4 \cdot \pi t)$$

3.1 حدد التردد  $F_p$  للتوتر الحامل والتردد  $f_s$  للإشارة المضمّنة.

3.2 أحسب نسبة التضمين  $m$ . ماذا تستنتج؟

3.3 يتكون كاشف الغلاف للتركيب المنجز من المكثف والموصل الأومي السابقين:  $C = 1,2 \mu F$  و  $R = 1 K\Omega$ . هل حصل التلاميذ على كشف غلاف جيد؟ علل الجواب



الشكل 5

### التمرين السادس SMR2013

الموجات الصوتية المسموعة لها تردد ضعيف، لذلك فإن نقلها إلى مسافات بعيدة، يتطلب جعلها مضمنة لموجة كهرومغناطيسية ذات تردد عال. يهدف هذا التمرين إلى دراسة التضمين وإزالته. التضمين نعتبر التركيب الممثل في الشكل 4: يطبق مولد  $(GBF)_1$  على المدخل  $E1$  للمركبة الإلكترونية  $X$  توترا جيبيا

$$u_1(t) = P_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_p} t\right)$$

-يطبق مولد  $(GBF)_2$  على المدخل  $E2$  للمركبة الإلكترونية  $X$  توترا  $u_2(t) = U_0 + S(t)$  مع  $U_0$  مركبة مستمرة للتوتر والتوتر

$$S(t) = S_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_s} t\right)$$

رأس التذبذب توتر الخروج  $u_s(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$  مع  $k$  ثابتة موجبة

مميزة للمركبة  $X$  شكل 5.

3.3- بين أن تعبير التوتر  $u(t)$  يكتب

$$u(t) = A \left[ m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_s} t\right) + 1 \right] \cos\left(\frac{2\pi}{T_p} t\right)$$

1.2- حدد قيمة  $m$  واستنتج جودة التضمين.

يعطي الشكل 6 التركيب المستعمل في جهاز الاستقبال والمكون من ثلاثة أجزاء.

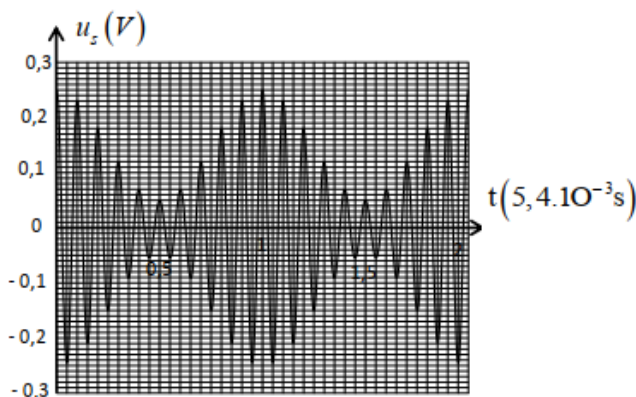
2.3- حدد دور الجزء 3 في هذا التركيب.

2.2- حدد قيمة الجداء  $L \cdot C$  لانتقاء الموجة المراد التقاطها بشكل جيد.

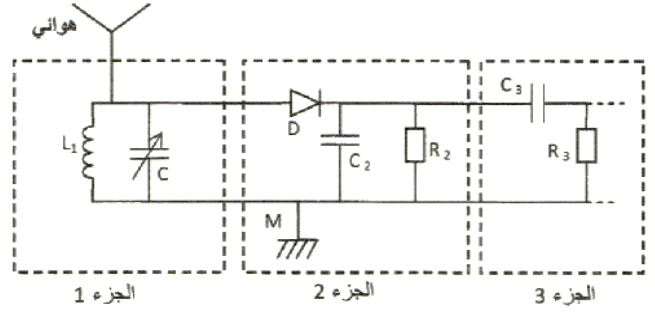
2.1- بين أن المجال الذي يجب أن تنتمي إليه قيمة المقاومة  $R$  لكشف غلاف التوتر المضمن في هذا التركيب بشكل

$$\frac{4\pi^2 L}{T_p} \ll R < \frac{4\pi^2 \cdot L \cdot T_s}{T_p^2}$$

أحسب حدي هذا المجال علما أن  $L = 1,5 mH$ .



لاستقبال موجة إذاعية مضمّنة الوسع ترددها  $f_0 = 594 \text{ KHz}$  نستعمل الجهاز المبسط والممثل في الشكل 3.



الشكل 3

أكتب (ي) على ورقة التحرير الجواب الصحيح من بين الاقتراحات الأربعة لكل سؤال دون إضافة أي تعليل أو تفسير:

1. يتكون الجزء 1 من هوائي ووشية مقاومتها مهملة معامل تحريضها  $L = 1,44 \text{ mH}$  مركبة على التوازي مع مكثف سعته  $C$  قابلة للضبط.

1.1. الدور الذي يلعبه الجزء 1 هو:

■ استقبال وانتقاء الموجة ■ إزالة المركبة المستمرة ■ إزالة الموجة الحاملة ■ تضمين الموجة.

1.2. لانتقاط الموجة الإذاعية ذات التردد  $f_0$  يجب ضبط سعة المكثف  $C$  على القيمة التقريبية.

■  $499 \text{ pF}$  ■  $49,9 \text{ pF}$  ■  $4,99 \text{ pF}$  ■  $0,499 \text{ pF}$

2. سعة المكثف المستعمل في الجزء 2، الذي يلعب دور كاشف الغلاف، هي:

■  $C_2 = 50 \text{ nF}$

2.1. للجداء  $R_2 C_2$  بعد:

■  $[I]$  ■  $[T^{-1}]$  ■  $[T]$  ■  $[L]$

2.2. متوسط تردد الموجات الصوتية هو  $1 \text{ KHz}$ . قيمة المقاومة  $R_2$  التي تمكن من الحصول على تضمين جيدة للموجة الإذاعية المدروسة هي:

■  $10 \Omega$  ■  $35 \Omega$  ■  $5 \Omega$  ■  $20 \Omega$

### التمرين الثامن

لإرسال إشارة جيبيية  $s(t)$  نستعمل دائرة متكاملة منجزة للجداء. نطبق على

المدخل  $E1$  للدائرة المتكاملة إشارة توترها

$u(t) = s(t) + V_0$  حيث  $V_0$  المركبة المستمرة للتوتر، وعلى المدخل  $E2$

التوتر  $p(t)$  لموجة حاملة الشكل 5. نحصل عند المخرج  $S$  للدائرة المتكاملة المنجزة

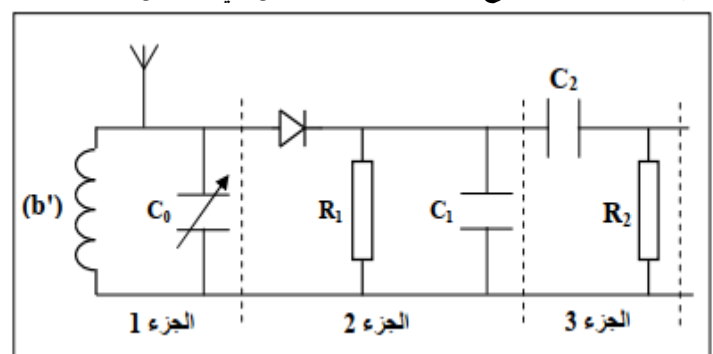
للجداء على توتر مضمّن الوسع  $u_s(t)$  تعبيره:

$$u_s(t) = A \left[ 1 + 0,6 \cos(10^4 \pi t) \right] \cdot \cos(2 \cdot 10^5 \pi t)$$

حدد التردد  $f_s$  و  $F_p$

بين أن تضمين الوسع قد أنجز بشكل جيد.

يتم إزالة تضمين الوسع باعتماد التركيب الممثل في الشكل .



الجزء 1 من التركيب مكوّن من الوشية  $(b')$  ومكثف سعته  $C_0$  قابلة للضبط

بين القيمتين:  $6 \cdot 10^{-12} \text{ F}$  و  $12 \cdot 10^{-12} \text{ F}$

مقاومة الموصل الأومي المستعمل في الجزء 2 من التركيب هي  $R = 30 \text{ K}\Omega$

أ- بين أن استعمال الوشية  $(b')$  في التركيب يَمَكّن الجزء 1 من انتقاء الإشارة

$$u_s(t) ?$$

ب- نريد الحصول على كشف غلاف جيد باستعمال أحد المكثفات سعاتها

■  $0,1 \text{ nF}$  ■  $0,5 \text{ nF}$  ■  $5 \text{ nF}$  ■  $10 \text{ nF}$

### التمرين التاسع SMN2015

للحصول على إشارة مضمّنة الوسع نستعمل دائرة إلكترونية متكاملة  $X$  منجزة للجداء (الشكل 6)، نطبق عند المدخل:

يمثل  $u_1(t) = U_0 + S(t)$  مع  $S(t) = S_m \cdot \cos(2\pi f_s t)$  : التوتر  $E1$  الإشارة التي تضم المعلومة و  $U_0$  مركبة مستمرة للتوتر.

$E2$  : توترا جيبييا يمثل الإشارة الحاملة  $u_2(t) = U_m \cdot \cos(2\pi F_p t)$

نحصل على توتر الخروج  $u_s(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$  حيث  $k$  ثابتة تتعلق بالدائرة المتكاملة  $X$ .

$$\cos(a)\cos(b) = \frac{1}{2} [\cos(a-b) + \cos(a+b)]$$

1-3- بين أن التوتر  $u_s(t)$  يكتب على الشكل

$$u_s(t) = \frac{Am}{2} \cos(2\pi f_1 t) + A \cos(2\pi f_2 t) + \frac{Am}{2} \cos(2\pi f_3 t)$$

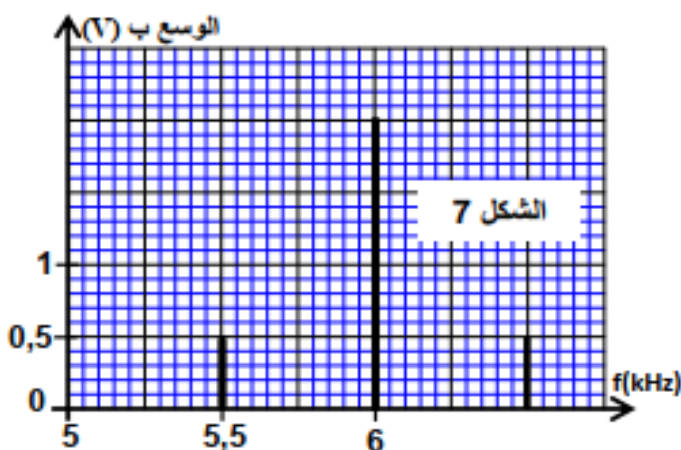
حيث  $m$  نسبة التضمين و  $A$  ثابتة.

2-3- يعطي الشكل 7 طيف الترددات، المتكون من ثلاث حزات للتوتر المضمن حدد قيمة كل من  $m$  والتردد  $f_s$  و  $F_p$  هل التضمين جيد؟

3-3- لانتقاء الموجة المضمّنة بشكل جيد، نستعمل دائرة سدادة دائرة التوافق تتكون من وشية معامل تحريضها

$L = 60 \text{ mH}$  و مقاومتها مهملة و مكثفين مركبين على التوالي

سعاتهما  $C = 10 \mu\text{F}$  و  $C_0$  حدد قيمة  $C_0$ .



الكيمياء



# الكيمياء

❖ التحولات السريعة والتحولات البطيئة

❖ التتبع الزمني سرعة التفاعل

❖ التحولات الكيميائية التي تحدث في

منحنيين

❖ حالة توازن مجموعة كيميائية

❖ التحولات الكيميائية المقرونة بتفاعل حمض

قاعدة

❖ تحصيل الطاقة الكهربائية في الاعمدة

❖ التحولات القسرية

❖ الاسترة والحلماءة

❖ التحكم في تطور مجموعة كيميائية

اتم الجدول التالي

### التمرين الأول

رت	المزدوجة مؤكسد مختزل <i>Les couples Ox/Red</i>	أنصاف المعادلة <i>Les demi-équations</i>
1	$H^+ / H_2$	
2	$Ag^+ / Ag$	
3	$Li^+ / Li$	
4	$Cu^{2+} / Cu$	
5	$Zn^{2+} / Zn$	
6	$Fe^{2+} / Fe$	
7	$Be^{2+} / Be$	
8	$Fe^{3+} / Fe^{2+}$	
9	$F_2 / F^-$	
10	$Cl_2 / Cl^-$	
11	$Br_2 / Br^-$	
12	$S_2O_8^{2-} / SO_4^{2-}$	
13	$S_4O_6^{2-} / S_2O_3^{2-}$	
14	$MnO_4^- / Mn^{2+}$	
15	$H_2O_2 / H_2O$	
16	$O_2 / H_2O_2$	
17	$IO_3^- / I_2$	
1	$ClO^- / Cl_2$	
1	$CH_3CO_2^- / CH_3CHO$	

### التمرين الثاني

اكتب بالنسبة لكل زوج مزدوجتين معادلة تفاعل أكسدة- اختزال في حال تفاعل مؤكسد الأولى مع مختزل الثانية.

- $Al^{3+}/Al(s)$  و  $Cr^{2+}/Cr(s)$
- $I_2(aq)/I^-(aq)$  و  $H_2O_2(aq)/H_2O(l)$
- $Fe^{3+}/Fe^{2+}(aq)$  و  $MnO_4^-(aq)/Mn^{2+}(aq)$
- $IO_3^-(aq)/I_2(aq)$  و  $Cr_2O_7^{2-}(aq)/Cr^{3+}(aq)$

### التمرين الثالث

- نغمر صفيحة من الفضة  $Ag(s)$  كتلتها  $m = 10,8g$  في حجم  $V = 100mL$  محلول كلورور الذهب  $(Au^{3+}(aq), 3Cl^-(aq))$  تركيزه المولي  $C = 10^{-1} mol.L^{-1}$  فتغطى بطبقة رقيقة من الذهب وتكون أيونات الفضة.
- حدد التفاعل المؤكسد والمختزل في هذا التفاعل.
  - حدد المزدوجتان المتدخلتان في هذا التفاعل.

- اكتب نصفي معادل تفاعل كل مزدوجة واستنتج معادلة التفاعل الحاصل
- انشئ الجدول الوصفي محدد التفاعل المحد والتقدم الأقصى .
- احسب كتلة الذهب الحاصل عليها عند اختفاء

### التمرين الرابع

- ندرس التفاعل بين أيونات يودور  $I^-(aq)$  وأيونات بيروكسوثنائي كبريتات  $S_2O_8^{2-}(aq)$  ، في محلول مائي خلال هذا التحول يتكون ثنائي اليود وأيونات الكبريتات
- حدد المزدوجتان المتدخلتان
  - اكتب معادلة التفاعل الحاصل
  - أحسب كتلة يودور البوتاسيوم الضرورية لتحضير 100mL من محلول أيونات اليودور ذي التركيز  $0,05 mol.L^{-1}$
  - نضيف إلى المحلول السابق ، 100mL من محلول بيروكسوثنائي كبريتات ذي تركيز  $0,05 mol.L^{-1}$
  - 1-4 انشئ الجدول الوصفي للتفاعل
  - 2-4 حدد المتفاعل المحد للتفاعل
  - 3-4 تركيز الايونات في الحالة النهائية
- معطيات  $M(KI) = 165 g.mol^{-1}$

### التمرين الخامس

- تحتوي كأس على حجم  $V = 75cm^3$  من محلول حمض الكلوريدريك  $(H^+; Cl^-)$  تركيزه  $C = 1 mol / L$  نضع داخل الكأس حبيبات الألومنيوم كتلتها ،  $m = 0,54g$  فينتج غاز ثنائي الهيدروجين  $H_{2(g)}$  وأيونات الألومنيوم  $Al^{3+}_{aq}$
- حدد المزدوجتين المتدخلتين في التفاعل ، ثم اكتب نصفي المعادلتين لكل مزدوجة ثم المعادلة الحاصلة للتفاعل.
  - باستعمال الجدول الوصفي ، حدد التركيب النهائي للمجموعة.
  - حدد حجم غاز ثنائي الهيدروجين الحاصل عليه عند نهاية التفاعل ، باعتبار أن الغاز كامل .
- معطيات  $M(Al) = 27 g / mol; R = 8,32(SI); \theta = 20^\circ C; P = 1atm$

### التمرين السادس

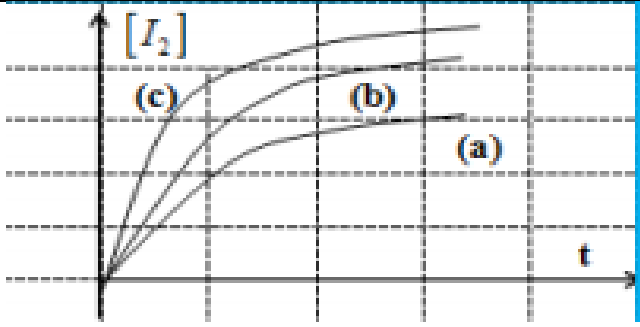
- يتفاعل الماء الأكسجيني ( بروكسيد الهيدروجين ) في وسط حمضي مع أيونات اليودور حسب تفاعل بطيء و تام معادلته:
- $$H_2O_{2(aq)} + 2I^-(aq) + 2H^+(aq) \rightarrow I_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$
- حدد المزدوجتين مؤكسد مختزل المتفاعلتين و اكتب نصف معادلة كل منهما.
  - في اللحظة  $t = 0$  يمزج 20mL من محلول يودور البوتاسيوم تركيزه  $0,10 mol.L^{-1}$  محض بواسطة فائض من حمض الكبريتيك و 2,0 mL من الماء الأكسجيني تركيزه  $0,10 mol.L^{-1}$  و .
  - أحسب كميات المادة البدئية.
  - بأنجز الجدول الوصفي لتطور المجموعة جدول التقدم للتحول.
  - تأثبت العلاقة بين التركيز المولي لليود الناتج و التقدم x للتفاعل.
  - حدد التقدم الأقصى للتفاعل و استنتج التركيز النهائي لليود

## التمرين التاسع

لدراسة بعض العوامل الحركية المؤثرة على تفاعل الماء الاوكسجيني  $H_2O_2$  مع أيونات اليودور في وسط حمضي نجر ثلاث تجارب حسب الظروف البدئية المبينة في الجدول التالي:

- 2- حدد المنحنى الموافق لكل تجربة ، معلا جوابك.
- 3- ما هو العامل الحركي الذي يفسر نتائج التجربتين 1 و 2
- 4- ما هو العامل الحركي الذي يفسر نتائج التجربتين 1 و 3

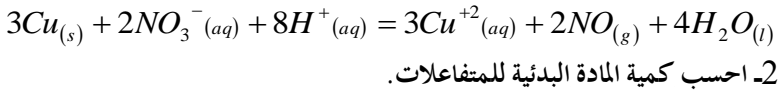
$\theta(^{\circ}C)$	$[H_2O_2]_i (mol.L^{-1})$	$[I_{aq}^-]_i (mol.L^{-1})$	
25°	$2.10^{-2}$	$2.10^{-2}$	التجربة 1
25	$2.10^{-2}$	$4.10^{-2}$	التجربة 2
50	$2.10^{-2}$	$2.10^{-2}$	التجربة 3



## التمرين العاشر

نضع في كأس حجمها  $V = 100mL$  من محلول حمض النيتريك  $(H^+ + NO_3^-)$  تركيزه المولي  $C = 1mol/L$  ، نضيف له كتلة  $m = 19.2g$  من النحاس  $(Cu)$

1- علما أن المزدوجتين  $(OX/Red)$  المتدخلتين في التفاعل هما  $(Cu^{+2}/Cu)$  و  $(NO_3^-/NO)$  . بين أن معادلة التحول السابق هي :



2- احسب كمية المادة البدئية للمتفاعلات.

3- أنشئ جدول تقدم التفاعل للتحول السابق و حدد المتفاعل المحد.

أعط تعبير الموصلية  $\sigma(t)$  للمحلول بدلالة التقدم  $x(t)$  . نعطى :

$$\lambda_{H^+} = 35ms.m^2/mol ; M_{Cu} = 64g/mol$$

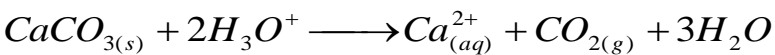
$$\lambda_{Cu^{+2}} = 10.4ms.m^2/mol , \lambda_{NO_3^-} = 7.14ms.m^2/mol$$

## التمرين الحادي عشر

I نضع في حوجة حجمها  $V_1 = 100ml$  من محلول حمض الكلوريدريك

$(H_3O^+_{(aq)}; Cl^-_{(aq)})$  تركيزه  $C_1 = 10^{-1}mol/l$  وعند اللحظة  $t=0s$  نضيف

كتلة  $m = 2g$  من كربونات الكالسيوم وفق المعادلة التالية



$$\lambda(Ca^{2+}) = 12.10^{-3} S.m^2.mol^{-1} ; \lambda(Cl^-) = 7.5.10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$$

1- احسب كمية المادة البدئية للمتفاعلات.  $M(CaCO_3) = 100g.mol^{-1}$

2- أنشئ جدول تقدم التفاعل للتحول السابق و حدد المتفاعل المحد.

3- اجرد الايونات الموجودة في المحلول مبرزا الايون المتفرج الذي يبقى تركيزه ثابتا. نهمل تركيز ايونات الهيدروكسيد.

4- بين ان موصلية المحلول يمكن ان تكتب على الشكل  $\sigma = 4.25 - 580x$

5- احسب موصلية المحلول عندما ياخذ التقدم قيمته القصوى

## التمرين السابع

نعتبر الاكسدة البطيئة لحمض الاوكساليك  $H_2C_2O_{4(aq)}$  بواسطة أيونات

البرمنغنات  $MnO_4^-(aq)$  . نمزج عند اللحظة  $t = 0$  حجما  $V_0 = 25mL$

من محلول برمنغنات البوتاسيوم تركيزه  $C_0 = 10^{-2}mol.L^{-1}$  وحجم

$V_1 = 20mL$  من حمض الاوكساليك تركيزه  $C_1 = 10^{-1}mol.L^{-1}$

ونضيف  $V = 5mL$  من

حمض الكبريتيك لجعل الوسط التفاعلي حمضي

1- أكتب نصفي المعادلة أكسدة - اختزال المقرونة بالمزدوجتين المتدخلتين

في هذا التفاعل واستنتج المعادلة الكيميائية الحاصلة

2- أذكر النوع الكيميائي المؤكسد والنوع الكيميائي المختزل خلال هذا التحول

3- أحسب كمية المادة البدئية للمتفاعلات المتداخلة في هذا التفاعل

4- حدد المتفاعل المحد

5- أوجد الحاصلة النهائية إذا اعتبرنا أن هذا التفاعل تام عند نهاية واستنتج

تركيز أيونات المنغيز عند نهاية التفاعل

معطيات  $CO_2 / H_2C_2O_4$  و  $MnO_4^- / Mn^{2+}$

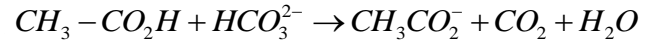
## التمرين الثامن

في حوجة حجمها  $V = 1,41 L$  يصب الحجم  $V = 60 mL$  من محلول مائي

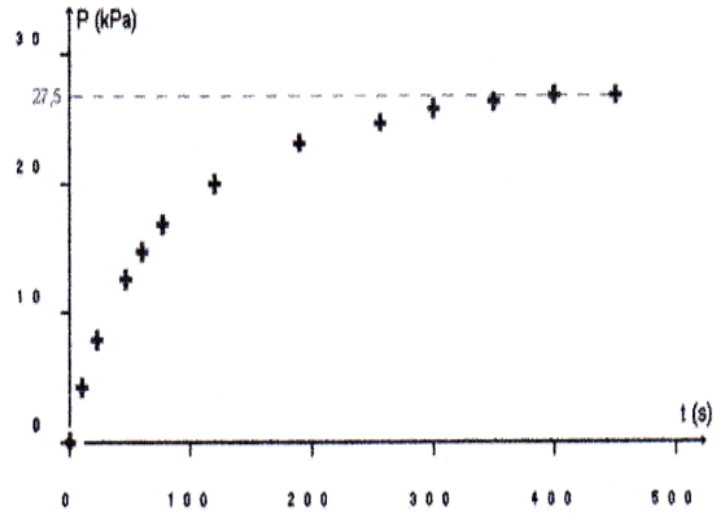
لحمض الإيثانويك تركيزه  $C = 5,0 mol.L^{-1}$  وكتلة  $m = 1,25 g$  من

هيدروجينو كربونات الصوديوم  $NaHCO_3$  . تغلق الحوجة و توصل بمقياس الضغط.

يتفاعل الحمض مع هيدروجينو كربونات الصوديوم وفق المعادلة التالية:



نعين ضغط الغاز الذي ينطلق خلال التحول بدلالة الزمن . النتائج ممثلة في المبيان التالي:



1- علما أن القياسات أنجزت عند درجة الحرارة  $25^{\circ}C$  حدد باستعمال المبيان

، كمية المادة لثنائي أكسيد الكربون الناتج عند نهاية التجربة.

2- حدد كميات المادة البدئية للمتفاعلات.

3- أنشئ جدول التقدم للتفاعل و استنتج:

-التقدم الأقصى،

-المتفاعل المحد،

- كمية المادة القصوى لثنائي أكسيد الكربون و قارنها مع النتيجة التجريبية . ماذا تستنتج؟

$$R = 8,31(S.I) \text{ و } M(NaHCO_3) = 84 g.mol^{-1}$$

### التمرين الأول

يمثل الشكل المقابل منحنى التطور الزمني للتقدم  $x$  لتفاعل كيميائي، حيث تم التحول الموافق عند درجة حرارة ثابتة وفي حجم ثابت  $V = 1,0L$

(1) أعط تعبير سرعة التفاعل عند لحظة  $t$

حدد سرعة التفاعل عند اللحظة  $t_1 = 5min$  وعند اللحظة

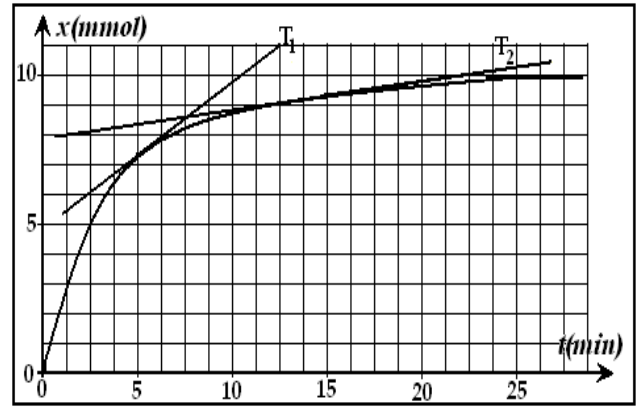
$t_2 = 15min$

(2) كيف تتطور سرعة التفاعل خلال الزمن؟ أعط تفسيراً لهذا التغير؟

(3) أعط تعريف زمن نصف التفاعل.

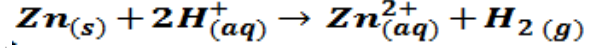
(4) باستعمال المنحنى المقابل، حدد القيمة النهائية لتقدم التفاعل.

(5) استنتج قيمة زمن نصف التفاعل بالنسبة للتحويل المدروس



### التمرين الثاني

يتفاعل حمض الكلوريدريك مع الزنك وفق التفاعل التالي



1-1. حدد المزدوجتين Ox / Red المتدخلتين في التفاعل، حدد التفاعل الذي تأكسد والذي اختزل.

2-1. أنشئ جدول التقدم لهذا التفاعل.

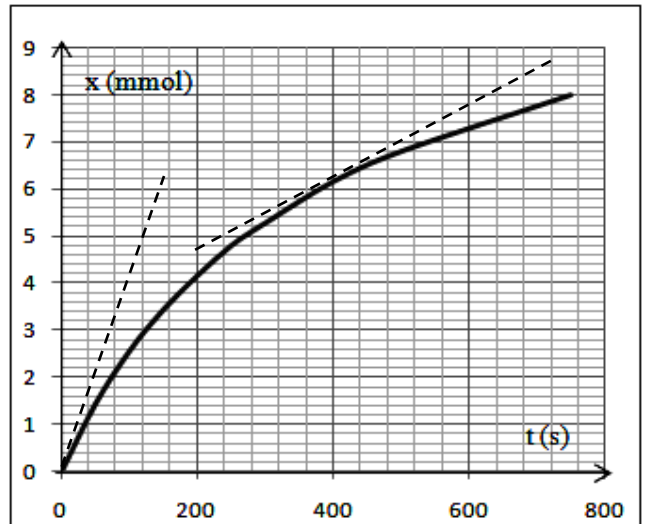
2-2. عند  $t = 0s$  ندخل كتلة  $m = 1g$  من فلز الزنك في حوجة تحتوي على

$V = 40mL$  من محلول حمض الكلوريدريك تركيزه  $C = 0,5mol.L^{-1}$

مكننا تقنية قياس حجم ثنائي الهيدروجين  $V(H_2)$  الناتج من رسم المنحنى

$$x = f(t)$$

1-2. اذكر جميع الطرق التي يمكن بها تتبع تطور هذا التحول



2-2. عين المتفاعل اُخذ و أعط قيمة التقدم الأقصى للتفاعل

3.2 أعط تركيب المجموعة الكيميائية في اللحظة  $t = 320s$

4-2. عرف السرعة الحجمية للتفاعل، واحسب قيمتها عند  $t = 400s$  و  $t = 0s$

2.3. كيف تتغير السرعة الحجمية للتفاعل؟ أعط تفسيراً لذلك.

3.3. عرف زمن نصف التفاعل وحدد قيمته بالنسبة لهذا التفاعل ما أهميته؟

$$M(Zn) = 65.4 g.mol^{-1}$$

### التمرين الثالث

نريد إنجاز مناولة تتطلب محلول  $S_1$  لحمض الاوكساليك تركيزه  $60mmol.L^{-1}$

تنوفر في المختبر على ميزان ذي دقة عالية والوانى الزجاجية اللازمة و المواد

الكيميائية التالية حمض الاوكساليك على شكل بلورات ( $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ )

وحمض الكبريتيك المركز والماء المقطر ومحلول محض لثنائي كرومات البوتاسيوم

تركيزه  $16,7mmol.L^{-1}$

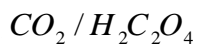
(1) ما هي كتلة بلورات حمض الاوكساليك اللازمة لتحضير  $100mL$  من المحلول

$S_1$

ندرس التطور، بدلالة الزمن، خليط مكون بدئياً من  $50mL$  من المحلول  $S_1$  و

$50mL$  من محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم

(2) أكتب معادلة التفاعل بين المزدوجتين  $Cr^{3+}_{(aq)} / Cr^{2+}_{7(aq)}$  و



نحتفظ بدرجة الحرارة ثابتة، وتتبع تركيز الايونات  $Cr^{3+}$  الناتجة عن التفاعل،

فحصل على المنحنى التالي:

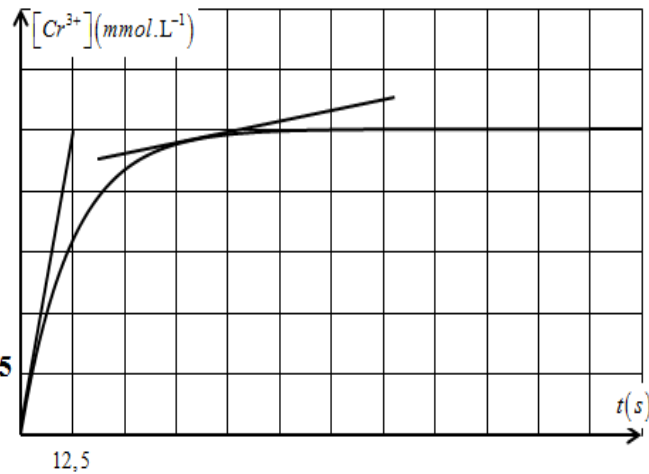
(3) عرف السرعة الحجمية  $V$  لهذا التفاعل؟ ما هي العلاقة التي تربط  $V$  ب

$$\frac{d[Cr^{3+}]}{dt} ?$$

(4) حدد هذه السرعة عند اللحظتين  $t = 0$  و  $t = 50s$

(5) ما هو الحد الذي يؤول إليه تركيز الايونات  $Cr^{3+}$ ؟ استنتج زمن نصف التفاعل

(6) فسر كيفياً، تغيرات السرعة الحجمية لهذا التفاعل خلال الزمن



### التمرين الرابع

قبل الدخول إلى مغارة يقوم المستكشفون بقياس نسبة ثاني أكسيد الكربون خشية

التعرض لطبقات من هذا الغاز الذي يسبب الإغماء أو الموت.

ينتج ثنائي أكسيد الكربون عن تأثير الماء الحمض على كربونات الكالسيوم



## الدورة العادية 2011 مسلك علوم فيزيائية

يعتبر غاز ثنائي الهيدروجين من الخروقات التي تتوفر على طاقة عالية غير ملوثة، ويمكن تحضيره في المختبر بتفاعل الأحماض مع بعض الفلزات. يهدف هذا الجزء إلى تتبع تطور تفاعل حمض الكبريتيك مع الزنك بقياس الضغط.

### المعطيات:

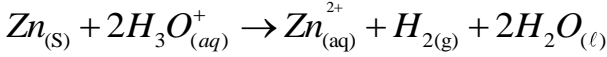
نعتبر الغازات كاملة.

تمت جميع القياسات عند  $25^\circ C$ .

نذكر بمعادلة الحالة للغازات الكاملة:  $PV = nRT$ .

الكتلة المولية الذرية للزنك:  $M(Zn) = 65,4 \text{ g/mol}$ .

ننمذج تفاعل الزنك  $Zn(s)$  مع محلول حمض الكبريتيك  $2H_3O^+ + SO_4^{2-}$  بالمعادلة الكيميائية التالية:



لدراسة حركية هذا التفاعل، ندخل في حوالة حجمها ثابت  $V = 1 \text{ l}$  الكتلة

$m = 0,6 \text{ g}$  من مسحوق الزنك  $Zn_{(s)}$  ونصب فيها عند اللحظة  $t_0 = 0$  حجما

$V_a = 75 \text{ ml}$  من محلول مائي لحمض الكبريتيك تركيز أيونات الأوكسونيوم فيه

هو  $[H_3O^+] = 0,4 \text{ mol/l}$ .

نقيس في كل لحظة الضغط  $P$  داخل الحوالة بواسطة لاقط للضغط.

1- لتكن  $n_i(H_3O^+)$  كمية المادة البدئية لأيونات الأوكسونيوم و  $n_i(Zn)$

كمية المادة البدئية للزنك. انشئ الجدول الوصفي للتفاعل

2- أحسب  $n_i(H_3O^+)$  و  $n_i(Zn)$ .

3- حدد المتفاعل المحد واستنتج التقدم الأقصى  $x_{\max}$  للتفاعل.

4- بتطبيق معادلة الحالة للغازات الكاملة واعتمادا على الجدول الوصفي السابق،

أوجد تعبير التقدم  $x(t)$  للتفاعل عند لحظة  $t$  بدلالة  $R$  و  $T$  و  $V$  و  $\Delta P$ ،

حيث  $\Delta P = P - P_0$  مع  $P_0$  الضغط البدئي المقاس عند اللحظة  $t_0 = 0$  و

$P$  الضغط المقاس عند اللحظة  $t$ .

5- ليكن  $\Delta P_{\max} = P_{\max} - P_0$  تغير الضغط الأقصى و  $x_{\max}$  التقدم الأقصى

للتفاعل، أثبت العلاقة:

$$x(t) = x_{\max} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta P_{\max}}$$

6- مكنت الدراسة التجريبية من خط المنحنى الممثل في الشكل (1) الذي يمثل

تغيرات  $\Delta P$  بدلالة الزمن.

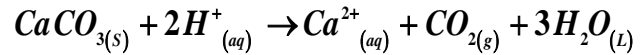
أ- أعط تركيب المجموعة عند اللحظة  $t_1 = 50 \text{ min}$

ب- أوجد تعبير السرعة الحجمية للتفاعل بدلالة  $\Delta P$ . واحسب قيمتها عند

اللحظة  $t = 0$

ج- أوجد مبيانيا زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ .

$CaCO_3$  الموجود في الطبقات الصخرية حسب المعادلة التالية:



لتتبع تطور هذا التفاعل نخرج عند اللحظة  $t = 0$  كتلة  $m = 2 \text{ g}$  من

$CaCO_3$  مع حجم  $V_s = 100 \text{ mL}$  من حمض الكلوريدريك تركيزه

$C = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ .

يعطي الجدول أسفله تغيرات حجم  $CO_2$  اخصل عليه بدلالة الزمن ( مع ضغط

الغاز  $(P_{\text{gaz}} = P_{\text{atm}} = 1,020.10^5 \text{ Pa})$

الكتل المولية بـ  $g.mol^{-1}$ :  $M(C) = 12$ ,  $M(H) = 1$ ,  $M(O) = 16$ ,  $M(Ca) = 40$

t (s)	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440
V <sub>CO<sub>2</sub></sub> (mL)	0	29	49	63	72	79	84	89	93	97	100	103	106	109	111	113	115	117	118	119	120	120	121

كثافة غاز بالنسبة للهواء  $d = \frac{M}{29}$  حيث  $M$  الكتلة المولية للغاز

ثابتة الغازات الكاملة  $R = 8,314 \text{ S.I}$

1) أحسب كثافة  $CO_2$  بالنسبة للهواء. واستنتج موضع تجمع هذا الغاز

في المغارة.

2) حدد كميات المادة البدئية للمتفاعلات.

3) ليكن  $x$  تقدم التفاعل

1.3 أنجز الجدول الوصفي وحدد التقدم الأقصى  $x_{\max}$  محدد المتفاعل

المحد.

2.3 أعط تعبير التقدم  $x$  عند لحظة  $t$  بدلالة

$V(CO_2)$ ,  $T$ ,  $P_{\text{atm}}$  و  $R$ . أحسب قيمته عند اللحظة

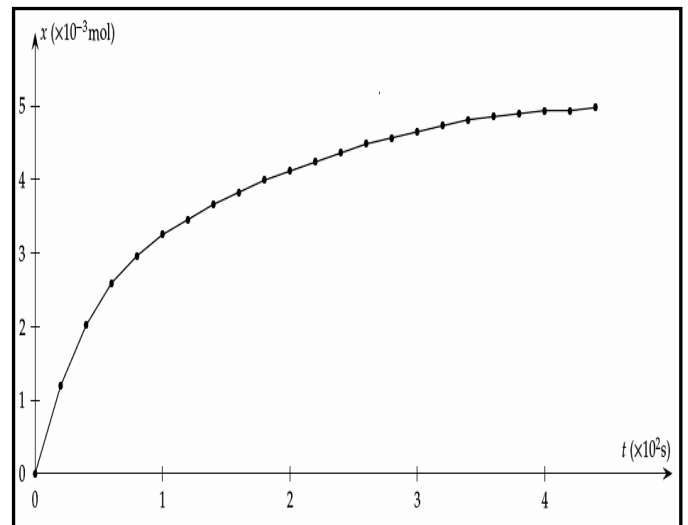
$t = 20 \text{ s}$ .

3.3 حدد الحجم القصوي لغاز  $CO_2$  المتصاعد في ظروف التجربة

4) يمثل المنحنى التالي تغيرات  $x$  بدلالة الزمن.

للمحلول.

1.4 أعط تعبير سرعة التفاعل بدلالة التقدم  $x$  والحجم  $V$

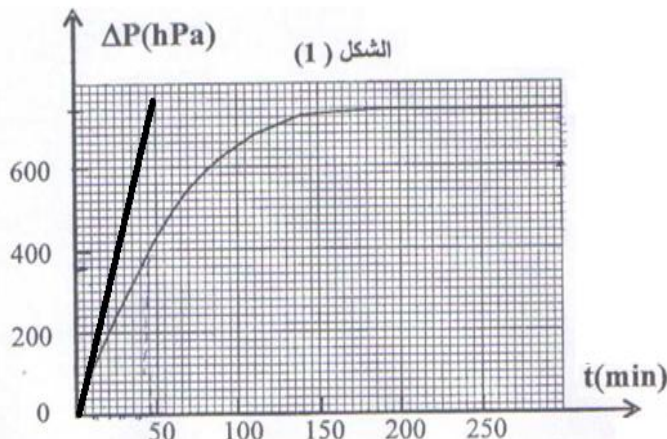


2.4 كيف تتغير سرعة التفاعل مع مرور الزمن معللا جوابك.

3.4 أعط تعريف زمن نصف التفاعل ثم حدد مبيانيا قيمته.

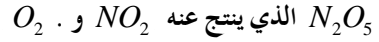
5) علما أن درجة حرارة المغارة أقل من  $25^\circ C$ . ما هو تأثير انخفاض درجة

الحرارة على سرعة التفاعل.



## الدورة العادية 2013 علوم رياضية

تعتبر الأكاسيد ( $NO_2$  و  $N_2O_3$  و  $NO$  و  $CNO_2$ ) ... من الملوثات الأساسية للغلاف الجوي وذلك لأنها تساهم في تكون الأمطار الحمضية المضرّة بالبيئة من جهة وتزايد مفعول الاحتباس الحراري من جهة أخرى. يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركية تفكك خماسي أوكسيد ثنائي الأزوت

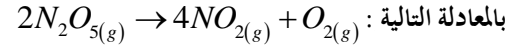


معطيات : نعتبر جميع الغازات كاملة ؛ ثابتة الغازات الكاملة  $R = 8,31(S.I)$

$$p.V = n.R.T \text{ : معادلة الحالة للغازات الكاملة}$$

نضع خماسي أوكسيد ثنائي الأزوت في وعاء فارغ مغلق حجمه ثابت  $V = 0,50L$  ونزوده ببارومتر لقياس الضغط الكلي  $p$  للغازات داخل الوعاء عند درجة حرارة ثابتة  $T = 318K$ .

يتفكك خماسي أوكسيد ثنائي الأزوت في الوعاء وفق تفاعل بطيء و كلي نمذجّه بالمعادلة التالية :



نقيس عند بداية التفكك ( $t = 0$ ) الضغط الكلي داخل الوعاء؛ فنجد

$$p = 4,638.10^4 \text{ Pa}$$

نقيس الضغط  $p$  عند لحظات مختلفة ونمثل تغيرات المقدار  $\frac{P}{P_0}$  بدلالة الزمن ؛

فنهصل على المبيان الممثل في الشكل 1. يمثل المستقيم المماس للمنحنى

$$\frac{P}{P_0} = f(t) \text{ عند اللحظة}$$

1- احسب كمية المادة  $n_0$  خماسي أوكسيد ثنائي الأزوت الموجودة في الحجم  $V$  عند  $t = 0$ .

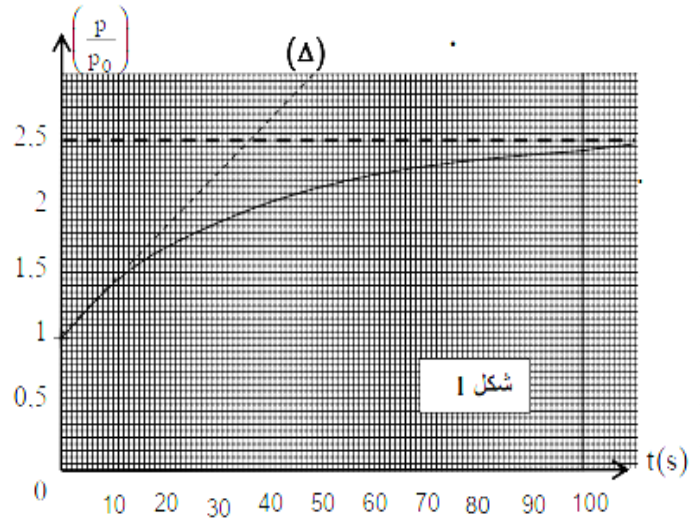
2- احسب التقدم الأقصى  $x_{max}$  لهذا التفاعل.

3- عبر عن كمية المادة الكلية  $n_T$  للغازات في الحجم  $V$  عند لحظة  $t$  بدلالة  $n_0$  و  $x$  تقدم هذا التفاعل عند اللحظة  $t$ .

4- بتطبيق معادلة الحالة للغازات الكاملة أثبت العلاقة  $\frac{P}{P_0} = 1 + \frac{3x}{n_0}$ .

5- أوجد تعبير السرعة الحجمية للتفاعل بدلالة  $n_0$  و  $V$  ومشتقة الدالة

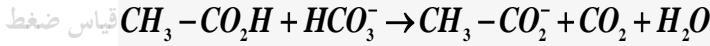
$$\frac{P}{P_0} = f(t) \text{ بالنسبة للزمن ؛ احسب قيمتها عند اللحظة } t = 0$$



## التمرين السادس

في حوض معيارية حجمها  $V = 1,41L$  ندخل  $v = 60mL$  من حمض الايتانويك تركيزه  $C_A = 5mol.L^{-1}$  وكتلة  $m = 1,25g$  من هيدروجينو كربونات الصوديوم ( $Na^+ + HCO_3^-$ )، نغلق الحوض

ونربطها بمضغاط فرقي لقياس الضغط، حيث معادلة التفاعل الحاصل تكتب على الشكل التالي :



الغاز خلال هذا التحول مع مرور الزمن يمكننا من تخطيط المنحنى التالي حيث  $P$  هي ضغط الغاز المتصاعد.

1) علما أن القياسات تمت عند  $\theta = 25^\circ C$  حدد مبياناً كمية مادة غاز  $CO_2$  احصل عليه عند نهاية التفاعل.

2) أوجد كمية المادة البدئية للمتفاعلات.

3) أنجز الجدول الوصفي لتقدم التحول الكيميائي واستنتج :

✓ التقدم القصوي \ المتفاعل اخذ

✓ كمية المادة القصوية لـ  $CO_2$  قارنها مع الكمية المحصل عليها تجريبياً

نعطي: الكتل المولية بـ

$$M(Na) = 23, M(O) = 16, M(C) = 12, M(H) = 1 : g.mol^{-1}$$

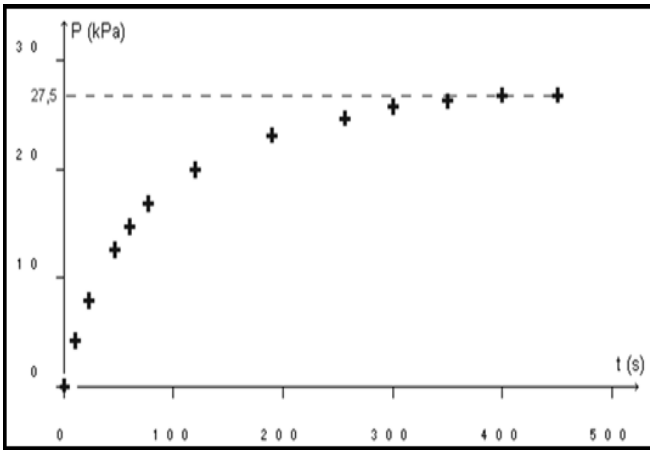
$$R = 8,314 \text{ Pa.m}^3.K^{-1}.mol^{-1} \text{ و}$$

4) أعط تعبير السرعة الحجمية بدلالة تقدم التفاعل

5) استنتج تعبير السرعة الحجمية بدلالة ضغط الغاز  $P$ .

6) عين السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظتين  $t = 0$  و  $t = 400s$ .

7) أعط تعريف زمن نصف التفاعل، ثم حدد قيمته موضحاً الطريقة المتبعة



## التمرين السابع

المركب الكيميائي: 2-كلور 2-مثيل بروبان يتميه حسب المعادلة التالية :



في كأس نصب كمية من المزيج (ماء + كحول) و  $n_0 = 18mmol$  من

محلول 2-كلور 2-مثيل بروبان. نتتبع تطور هذا التحول بطريقة قياس

الموصلية حيث الحجم الاجمالي  $V = 100mL$ . يمثل المنحنى النتائج المحصل عليه :

1. انشئ جدول تقدم التفاعل.

2. عبر عن الموصلية  $\sigma$  عند لحظة  $t$  بدلالة التقدم  $x$

3. بين ان  $x(t) = \frac{n_0}{\sigma_f} \sigma(t)$  بحيث  $\sigma_f$  هي موصلية المحلول في الحالة

النهائية لتفاعل

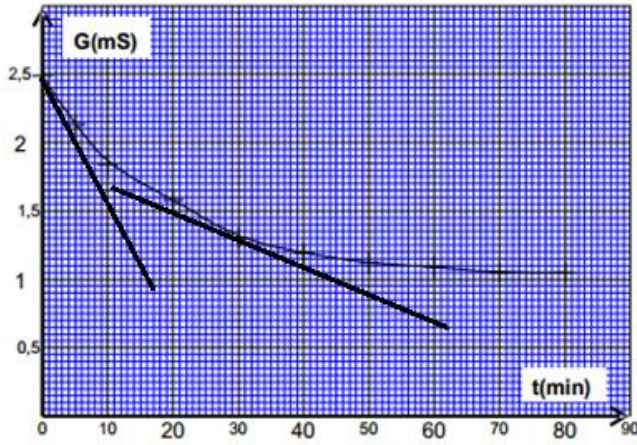
4. حدد تعبير التفاعل سرعة التفاعل بدلالة  $\sigma$ .

5. حدد قيمة السرعة عند اللحظة  $t = 200s$

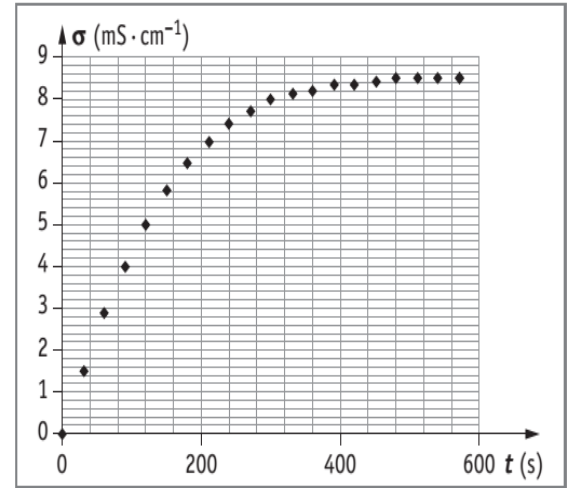
6. احسب قيمة التقدم الأقصى.



$$\lambda_{(H_3O^+)} = 35,0 \cdot 10^{-3} S \cdot m^2 / mol, \lambda_{(Cl^-)} = 7,6 \cdot 10^{-3} S \cdot m^2 / mol$$



الدورة الاستدراكية 2016 PC



الدورة العادية 2010 PC

تستعمل حلماة الإسترات في وسط قاعدي لتحضير الكحولات انطلاقا من مواد طبيعية، ولها أيضا تطبيقات أخرى في ميدان الطب والصناعة. يهدف هذا التمرين إلى تتبع تطور تفاعل ميثانوات المثل مع محلول هيدروكسيد الصوديوم بقياس الموصلية.

## المعطيات:

- تمت جميع القياسات عند  $25^\circ C$ .

- يعبر عن الموصلية  $G$  عند لحظة  $t$  بالعلاقة:  $G = K \cdot \sum \lambda_i [X_i]$ ، حيث

$\lambda_i$  الموصلية المولية الأيونية للأيون  $X_i$  و  $[X_i]$  تركيزه في المحلول. و  $K$  ثابتة الخلية قيمتها:  $K = 0,01 m$ .

- يعطي الجدول التالي قيم الموصلية المولية الأيونات المتواجدة في الوسط التفاعلي

الأيون	$Na^+$	$HO^-$	$HCO_2^-$
$\lambda_i (S \cdot m^2 \cdot mol^{-1})$	$5,01 \cdot 10^{-3}$	$19,9 \cdot 10^{-3}$	$5,46 \cdot 10^{-3}$

- نهمل تركيز أيونات  $H_3O^+$  أمام باقي تراكيز الأيونات المتواجدة في الوسط التفاعلي.

نصب في كأس حجما  $V = 2 \cdot 10^{-4} m^3$  من محلول ( $S_B$ ) هيدروكسيد الصوديوم ( $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ ) تركيزه  $C_B = 10 mol / m^3$ ، ونضيف إليه

عند لحظة  $t_0$  نعتبرها أصلا للتواريخ، كمية المادة  $n_E$  لميثانوات المثل مساوية

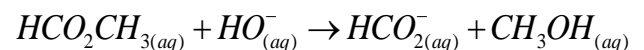
لكمية المادة  $n_B$  هيدروكسيد الصوديوم في المحلول ( $S_B$ ) عند أصل

التواريخ. (نعتبر أن حجم الخليط يبقى ثابتا  $V = 2 \cdot 10^{-4} m^3$ )

مكننا الدراسة التجريبية من الحصول على المنحنى المثل لتغيرات الموصلية

بدلالة الزمن (الشكل 1)

ننمذج التحول المدروس بالمعادلة الكيميائية التالية:



1- أجرد الأيونات المتواجدة في الخليط عند لحظة  $t$

2- أنشئ الجدول الوصفي لتطور هذا التحول الكيميائي. (نرمز ب  $x$  لتقدم التفاعل عند لحظة  $t$ )

3- بين أن الموصلية  $G$  في الوسط التفاعلي، عند لحظة  $t$  تحقق العلاقة:

$$G = -0,72x + 2,5 \cdot 10^{-3}$$

4- علل تناقص الموصلية  $G$  أثناء التفاعل

5- أوجد زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$

6- أحسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظتين

نصب في كأس حجما  $V_0$  من محلول مائي هيدروكسيد الصوديوم

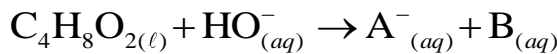
$Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$  كمية مادته  $n_0$  وتركيزه  $C_0 = 10 mol \cdot m^{-3}$  ثم

نضيف إليه، عند لحظة  $t = 0$  نعتبرها أصلا للتواريخ، نفس كمية المادة  $n_0$  من

إيثانوات الإيثيل. نحصل على خليط تفاعلي متساوي المولات حجمله

إيثانوات الإيثيل. ننمذج التحول الكيميائي الذي يحدث بين إيثانوات

الإيثيل وهيدروكسيد الصوديوم بالمعادلة الكيميائية التالية:



2.1: أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل.

2.3: تتبع تطور التفاعل بقياس موصلية الخليط التفاعلي  $\sigma$  بدلالة الزمن.

يعطي الشكل أسفله المنحنى التجريبي  $\sigma(t)$  المحصل عليه بواسطة عدة

معلوماتية ملائمة. يمثل المستقيم  $(T)$  المماس للمنحنى عند أصل التواريخ.

عند لحظة  $t$  نكتب العلاقة بين تقدم التفاعل  $x(t)$  وموصلية الخليط التفاعلي

على الشكل:  $x(t) = -6,3 \cdot 10^{-3} \sigma(t) + 1,57 \cdot 10^{-3}$  حيث  $\sigma(t)$

معبر عنها بالوحدة  $S \cdot m^{-1}$  و  $x(t)$  بالمول. باستغلال المنحنى التجريبي:

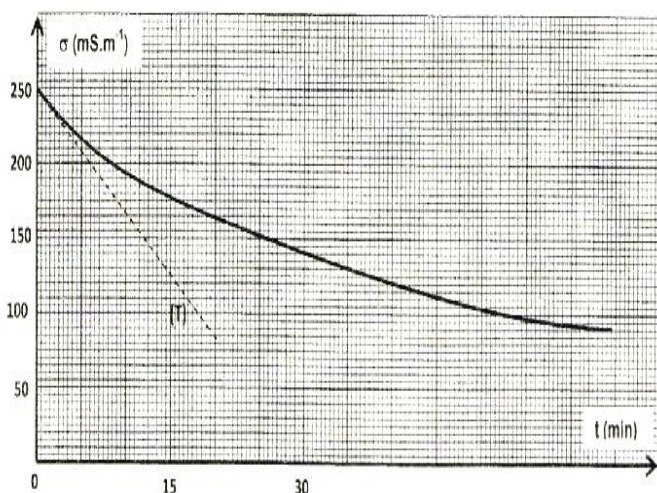
2.3.1: أحسب  $\sigma_{1/2}$  موصلية الخليط التفاعلي عند  $X = \frac{X_{max}}{2}$  حيث

$X_{max}$  التقدم الأقصى للتفاعل.

2.3.2: أوجد بالوحدة  $min$ ، زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ .

2.3.3: حدد بالوحدة  $mol \cdot m^{-3} \cdot min^{-1}$ ، السرعة الحجمية  $v$

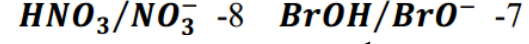
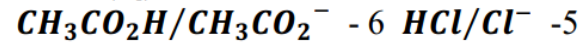
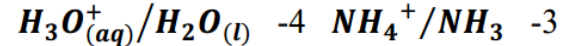
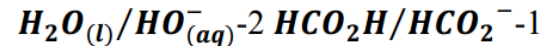
للتفاعل عند اللحظة  $t = 0$



❖ جزء التحولات الكلية والتحولات الغير الكلية  
▪ التحولات الكيميائية التي تحدث في منحيين

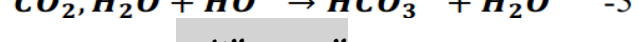
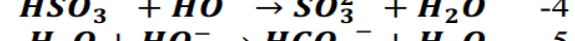
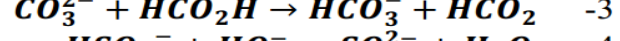
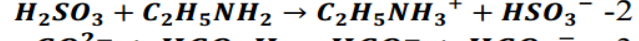
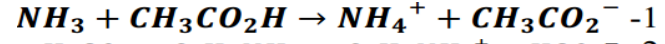
التمرين الاول

(1) اكتب أنصاف المعادلة لكل مزدوجة:



(2) عين بالنسبة لكل تفاعل حمض - قاعدة المزدوجتين

قاعدة/حمض المتدخلتين في التفاعل



التمرين الثاني

اتم الجدول التالي

الخلول	تركيز $[H_3O^{+}]$	قيمة $pH$
$S_1$	$3,1 \cdot 10^{-4}$	
$S_1$		3,1
$S_1$		12,6
$S_1$	$1 \cdot 10^{-6}$	
$S_1$	$6,7 \cdot 10^{-11}$	
$S_1$		6,88

التمرين الثالث

تتوفر على محلول مائي لحمض الإيثانويك  $CH_3COOH_{(aq)}$  ، ذي تركيز

مولي من المذاب  $C = 1 \cdot 10^{-2} mol.L^{-1}$  . أعطى قياس  $pH$  هذا الخلول

القيمة  $pH = 3,4$  . حجم الخلول هو  $V_s = 0,1L$  .

(1) أكتب معادلة تفكك حمض الإيثانويك في الماء علما أن التحول غير تام

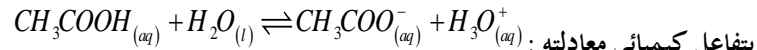
(2) أحسب تركيز أيونات الأكسونيوم  $[H_3O^{+}]_f$  في الخلول

(3) أحسب  $x_f$  التقدم النهائي للتفاعل و  $x_m$  التقدم الأقصى للتفاعل

(4) أحسب  $\tau$  نسبة التقدم النهائي

التمرين الرابع

- نمذج التحول الكيميائي المحدود لحمض الإيثانويك ( حمض الخل ) مع الماء



1- أعط تعريفًا للحمض وفق نظرية برونشتد.

2- اكتب المزدوجتين قاعدة/حمض المتدخلتين في التفاعل الحاصل.

نحضر محلولًا مائيًا لحمض الإيثانويك حجمه  $V = 100mL$  وتركيزه المولي

$C = 2,7 \cdot 10^{-3} mol.L^{-1}$  وقيمة  $pH$  عند  $25^{\circ}C$  هي 3,7 .

3- انشئ جدولًا لتقدم التفاعل .

4- عبر عن التقدم الأقصى  $x_m$  بدلالة  $C$  و  $V$  ثم أحسب قيمته

5- عبر عن التقدم النهائي  $x_f$  بدلالة  $[H_3O^{+}]$  و  $V$  ثم احسب قيمته .

6- احسب قيمة النسبة النهائية  $\tau$  لتقدم التفاعل . ماذا تستنتج ؟

التمرين الخامس الدورة الاستدراكية PC2013

نعتبر محلولًا مائيًا لحمض الميثانويك تركيزه المولي  $C = 5 mol / m^3$  . موصلية

هذا الخلول عند درجة الحرارة  $25^{\circ}C$  فنجد  $\sigma = 4 \cdot 10^{-2} S.m^{-1}$  .

تعبير الموصلية  $\sigma$  لخلول مائي هو  $\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$  ، حيث  $[X_i]$  التركيز

المولي الفعلي لكل نوع أيوني المتواجد في الخلول و  $\lambda_i$  موصليته المولية

الأيونية.  $\lambda_{H_3O^{+}} = 35 \cdot 10^{-3} Sm^2.mol^{-1}$  ؛

$$\lambda_{HCOO^{-}} = 5,46 \cdot 10^{-3} Sm^2.mol^{-1}$$

1- أنشئ الجدول الوصفي لتقدم تفاعل حمض الميثانويك مع الماء.

2- أوجد تعبير التقدم النهائي  $x_{eq}$  بدلالة  $\sigma$  و  $\lambda_{HCOO^{-}}$  و  $\lambda_{H_3O^{+}}$  و  $V$

3- أحسب نسبة التقدم النهائي  $\tau$

4- استنتج قيمة  $pH$  الخلول.

التمرين السادس

يوجد حمض البنزويك على شكل مسحوق أبيض يستعمل كمادة حافظة في الصناعة الغذائية.

معطيات : الكتلة المولية لحمض البنزويك :  $M = 122 g.mol^{-1}$

الموصلية المولية الأيونية عند  $25^{\circ}C$   $\lambda_{H_3O^{+}} = 35 ms.m^2.mol^{-1}$

$$\lambda_{C_5H_6COO^{-}} = 3,25 ms.m^2.mol^{-1}$$

نذيب كتلة  $m$  من حمض البنزويك في الماء المقطر ، فنحصل على محلول  $S$

حجمه  $V = 200mL$  وتركيزه  $C = 10^{-2} mol.L^{-1}$  ؛ نقيس موصلية

الخلول الحصل فنجد :  $\sigma = 29 ms.m^{-1}$  .

1- احسب قيمة الكتلة  $m$  .

2- أنشئ الجدول الوصفي واحسب قيمة نسبة التقدم النهائي  $\tau$  للتفاعل الحاصل

3- أوجد تعبير  $pH$  الخلول  $S$  بدلالة  $C$  و  $\tau$  . احسب قيمة .

التمرين السابع

نذيب كمية من حمض البنزويك في الماء، فنحصل على محلول مائي ( $S$ ) لحمض

البنزويك حجمه  $V$  وتركيزه المول  $C = 2,5 \cdot 10^{-3} mol.L^{-1}$  . نسبة التقدم

النهائي لهذا التحول هي:  $\tau = 0,159$  .

1- أكتب المعادلة الكيميائية لتفاعل حمض البنزويك مع الماء.

2- أحسب قيمة  $pH$  الخلول ( $S$ ) (يمكن الاستعانة بالجدول الوصفي لتقدم

التفاعل).

3- نأخذ حجمًا  $V$  من الخلول ( $S_1$ ) ونخففه 10 مرات بالماء فنحصل على

محلول ( $S_1'$ ) لحمض البنزويك بتركيز مولي  $C_1'$  ، ثم نقيس  $pH$  هذا الخلول

فنجد  $pH_1' = 3,6$  .

أ- أثبت أن:  $C_1' = 2,5 \cdot 10^{-4} mol.L^{-1}$  .

ب- احسب القيمة الجديدة لنسبة التقدم النهائي  $\tau'$  لتفاعل حمض البنزويك مع الماء.

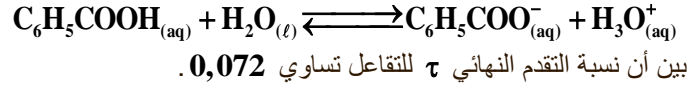
ج- ما هو تأثير تخفيف المحاليل على نسبة التقدم النهائي؟



### التمرين الثامن

نعتبر محلولاً مائياً (S) لحمض البنزويك تركيزه المولي  $C = 10 \text{ mol.m}^{-3}$  و حجمه  $V$ . أعطى قياس موصلية الخلول (S) القيمة

$\sigma = 2,76.10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$  عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$ . نمذج التحول الكيميائي الذي يحدث بين حمض البنزويك و الماء بالمعادلة الكيميائية التالية:



الموصلتان الموليتان الأيونيتان:

$$\lambda_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-_{(\text{aq})}} = 3,23.10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1} \text{ و } \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}} = 35.10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$$

### التمرين التاسع

تتوفر في المختبر على محلول حمض الساليسيليك تركيزه المولي  $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . أعطى قياس  $pH$  هذا المحلول القيمة  $pH_1 = 2,5$  عند  $25^\circ\text{C}$

أكتب المعادلة الكيميائية لتفاعل حمض الساليسيليك  $\text{HA}_1(\text{aq})$  مع الماء. أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل.

أحسب قيمة  $\tau_1$  نسبة التقدم النهائي لهذا التفاعل. استنتج.

**محلول حمض أستيل ساليسيليك  $\text{HA}_2(\text{aq})$**

يحتوي قرص الاسبرين على الكتلة  $m = 500 \text{ mg}$  من حمض الاستيل ساليسيليك. نذيب قرص الاسبرين في الحجم  $V = 0,275 \text{ L}$  من الماء المقطر، فنحصل على محلول مائي تركيزه المولي  $C_2$  و له  $pH_2 = 2,75$ .

أحسب قيمة  $C_2$ .

أحسب قيمة  $\tau_2$  نسبة التقدم النهائي لتفاعل  $\text{HA}_2(\text{aq})$  مع الماء.

اعتماداً على قيمتي  $\tau_1$  و  $\tau_2$ ، قارن سلوك حمض الساليسيليك  $\text{HA}_1(\text{aq})$  مع سلوك حمض الاستيل ساليسيليك  $\text{HA}_2(\text{aq})$  في الخلول المائية

### التمرين العاشر

- تمت جميع القياسات عند  $25^\circ\text{C}$  ؛

- صيغة حمض الساليسيليك :  $\text{AH}$

- الموصليات الأيونية :  $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35.10^{-3} \text{ Sm}^2.\text{mol}^{-1}$  ؛

$$\lambda_{\text{A}^-} = 3,62.10^{-3} \text{ Sm}^2.\text{mol}^{-1}$$

- ، وتكتب تعبير الموصلية  $\sigma$  لخلول مائي مخفف للحمض  $\text{AH}$  كالتالي:

$$\sigma = \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} [\text{H}_3\text{O}^+] + \lambda_{\text{A}^-} [\text{A}^-]$$

مائياً (S) لحمض الساليسيليك تركيزه المولي:

$$C = 5.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \text{ و حجمه } V = 100 \text{ mL}. \text{ أعطى قياس}$$

$$\text{موصلية الخلول (S) القيمة } \sigma = 7,18.10^{-2} \text{ S.m}^{-1}.$$

1- أنقل الجدول الوصفي التالي على ورقة التحرير وأتممه.

2- أوجد تعبير  $x_{eq}$  تقدم التفاعل عند التوازن بدلالة  $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$  و  $\lambda_{\text{A}^-}$  و  $\sigma$

و  $V$ ، ثم أحسب قيمة  $x_{eq}$ .

3- بين أن القيمة التقريبية لـ  $pH$  الخلول (S) هي 2,73

### التمرين الأول

أكتب تعبير خارج التفاعل في الحالات التالية

- 1 -  $I_2(aq) + 2S_2O_3^{2-}(aq) \rightleftharpoons 2I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq)$
- 2 -  $C_6H_5CO_2H(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons C_6H_5CO_2^-(aq) + H_3O^+(aq)$
- 3 -  $Cu(s) + 2Ag^+(aq) \rightleftharpoons Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$
- 4 -  $Fe^{3+}(aq) + 3HO^-(aq) \rightleftharpoons Fe(OH)_3(s)$

### التمرين الثاني

نذيب كتلة  $m_0$  من حمض البنزويك نرمز له بـ  $AH(aq)$  في الماء المقطر ، فنحصل على محلول مائي ( $S_0$ ) لحمض البنزويك حجمه  $V_0$  وتركيزه  $C_A$  (1) أكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء. (2) أنشئ جدول تقدم التفاعل.

(3) عبر عن نسبة التقدم النهائي للتفاعل  $\tau$  بدلالة  $[H_3O^+]_{eq}$  و  $C_A$

(4) بين أنه يمكن كتابة تركيز  $[H_3O^+]_{eq}$  على الشكل التالي

$$[H_3O^+]_{eq} = 10^{-pH} = \tau C = \frac{x_{eq}}{V} = \tau \cdot \frac{x_m}{V}$$

(5) أعط تعبير خارج التفاعل  $Q_{r,eq}$  في حالة التوازن ، ثم أثبت أن

$$Q_{r,eq} = \frac{[H_3O^+]_{eq}^2}{C - [H_3O^+]_{eq}^2} = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}} = \frac{\tau^2 C}{1 - \tau} = \frac{x_{eq}^2}{V(CV - x_{eq})} = \frac{x_{max} \cdot \tau^2}{V \cdot (1 - \tau)}$$

### التمرين الثالث

محلول مائي  $S_0$  لحمض الإيثانويك  $CH_3COOH$  ، حجمه  $V_0$  وتركيزه المولي  $C_0 = 0.01 mol/l$

1. اكتب معادلة التفاعل النمذجة لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء.

2. أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل. نرمز بـ  $x_{eq}$  إلى تقدم التفاعل عند التوازن.

3. اكتب تعبير كل من :

أ. نسبة التقدم النهائي  $\tau_f$  بدلالة  $C_0$  و  $[H_3O^+]_{eq}$ .

ب. بين ان خارج التفاعل عند التوازن يمكن كتابته على الشكل

$$Q_{r,eq} = \frac{[H_3O^+]_{eq}^2}{C_0 - [H_3O^+]_{eq}}$$

### التمرين الرابع

نحضر محلولاً مائياً  $S_1$  حجمه  $V = 200 ml$  لحمض البنزويك الكيميائي المدروس.

$C_6H_5COOH$  بتركيز مولي  $C_1 = 0.01 mol/l$  ثم نقيس pH هذا اخلول فنجد  $pH_1 = 3.1$

أ - اكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء.

ب - أنشئ جدولاً لتقدم هذا التفاعل.

ج - احسب نسبة التقدم النهائي  $\tau_{1f}$  لهذا التفاعل، ماذا تستنتج؟

هـ - أثبت أن  $k$  تكتب على شكل :  $K = C_1 \frac{\tau_1^2}{1 - \tau_1}$

### التمرين الخامس

نعتبر محلولاً  $S$  مائياً لحمض الإيثانويك  $CH_3COOH$  حجمه  $V$  وتركيزه من المذاب المستعمل  $C = 10^{-2} mol.l^{-1}$ . أعطى قياس  $pH$  هذا المحلول:  $pH = 3.4$  عند  $25^\circ C$ .

1- أكتب معادلة التفاعل الذي ينمذج التحول الحاصل في المحلول.

2- أنشئ جدول تتبع تطور التحول.

3- باعتمادك على جدول تتبع تطور التحول بين أن نسبة التقدم النهائي تكتب:

$$\tau = \frac{10^{-pH}}{C} \text{ ثم احسب قيمتها و استنتج طبيعة التحول الكيميائي}$$

4- بين ان تعبير  $K$  ثابتة التوازن يكتب على شكل  $K = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}}$

5- عند درجة الحرارة  $25^\circ C$  نضيف الى اخلول  $S$  حجماً يساوي حجمه البدئي من الماء المقطر فيصبح الحجم الجديد للمحلول الناتج  $V'$  وتركيزه 1- باعتمادك على علاقة التخفيف بين أن :  $C' = 0.5 \cdot 10^{-2} mol.L^{-1}$ .

2-5 بين ان  $pH = -\log \left[ \frac{-K + \sqrt{K^2 + KC'}}{2} \right]$  ، تحقق ان قيمة

$$pH = 3.56 \text{ هي}$$

3-5 أحسب قيمة نسبة التقدم النهائي  $\tau'$ .

4-5 ما تأثير التخفيف على نسبة التقدم النهائي

### التمرين السادس

نعتبر محلولاً  $S$  مائياً لحمض الميثانويك  $HCOOH$  حجمه  $V$  وتركيزه من المذاب المستعمل  $C = 5 mol.m^{-3}$ . نقيس موصلية هذا المحلول عند  $25^\circ C$ . فنجد  $\sigma_{eq} = 4 \cdot 10^{-2} S.m^{-1}$

نعطي  $\lambda_{HCOO^-} = 54.6 mS.m^2.mol^{-1}$  و  $\lambda_{H_3O^+} = 350 mS.m^2.mol^{-1}$

1- أكتب معادلة التفاعل الذي ينمذج التحول الحاصل في المحلول

2- أنشئ جدول تتبع تطور التحول.

3- باعتمادك على جدول تتبع تطور التحول بين أن نسبة التقدم النهائي

تكتب:  $\tau = \frac{\sigma_{eq}}{C(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{HCOO^-})}$  ثم احسب قيمتها و استنتج طبيعة التحول

4- بين ان تعبير  $Q_{r,eq}$  خارج التفاعل يكتب على شكل  $Q_{r,eq} = C \cdot \frac{\tau^2}{1-\tau}$

### الدورة العادية 2008 علوم فيزيائية

الإيبوبروفين (*Ibuprofène*) حمض كربوكسيلي، صيغته الإجمالية  $C_{13}H_{18}O_2$ ، دواء يعتبر من المضادات للالتهابات إضافة إلى كونه مسكنا للآلام ومنخفضا للحرارة. تباع مستحضرات الإيبوبروفين في الصيدليات على شكل مسحوق في أكياس تحمل المقدار  $200\text{ mg}$  قابل للذوبان في الماء.

نرمز للإيبوبروفين بـ  $RCOOH$  ولقاعده المرافقة بـ  $RCOO^-$ .

نعطي الكتلة المولية للحمض  $RCOOH$ :  $M(RCOOH) = 206\text{ g.mol}^{-1}$

تمت جميع العمليات عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$ .

1) الجزء I- تحديد ثابتة التوازن لتفاعل حمض الإيبوبروفين مع الماء:

نذيب محتوى كيس من الإيبوبروفين والذي يحتوي على  $200\text{ mg}$  من الحمض في كأس من الماء الخالص، فنحصل على محلول مائي ( $S_0$ ) تركيزه  $C_0$  وحجمه

$$V_0 = 100\text{ mL.}$$

1.1- احسب  $C_0$

1.2- أعطى قياس  $pH$  المحلول ( $S_0$ ) القيمة  $pH = 3,17$ .

1.2.1- تحقق، باستعانتك بالجدول الوصفي، أن تفاعل الإيبوبروفين مع الماء تفاعل محدود. ( $1,25$  ن)

1.2.2- اكتب تعبير خارج التفاعل  $Q_r$  لهذا التحول. ( $0,5$  ن)

1.2.3- بين أن تعبير  $Q_{r,eq}$  عند التوازن يكتب على الشكل التالي:

$$Q_{r,eq} = \frac{x_{\max} \cdot \tau^2}{V_0 \cdot (1-\tau)}$$

حيث  $\tau$ : نسبة التقدم النهائي للتفاعل و  $x_{\max}$ : التقدم الأقصى ويعبر عنه بالمول. ( $1$  ن)

1.2.4- استنتج قيمة ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بمعادلة التفاعل المدروس.

### التمرين السابع

نعتبر محلولاً  $S$  مائياً لحمض الايثانويك  $CH_3COOH$  حجمه  $V = 1\text{ L}$  و

تركيزه من المذاب المستعمل  $C = 5 \cdot 10^{-2}\text{ mol.L}^{-1}$ . أعطى قياس  $pH$

المحلول ( $S$ ) القيمة  $pH = 2,9$ . نعطي  $M(CH_3COOH) = 60\text{ g.mol}^{-1}$

1- عرف الحمض حسب يرونشتد

2- أحسب الكتلة  $m$  اللازمة لتحضير المحلول ( $S$ )

3- أكتب معادلة التفاعل الذي يندمج التحول الحاصل في المحلول

4- أنشئ جدول تتبع تطور التحول.

5- باعتمادك على جدول تتبع تطور التحول أحسب

5-1- قيمة التقدم  $x_{eq}$  عند التوازن ثم قيمة التقدم النهائي  $x_m$

5-3- استنتج قيمة نسبة التقدم النهائي

6- بين ان تعبير  $Q_{r,eq}$  خارج التفاعل يكتب على شكل  $Q_{r,eq} = \frac{x_{eq}^2}{V(CV - x_{eq})}$

### التمرين الثامن

حمض الاسكوربيك  $C_6H_8O_6$  أو فيتامين C، مادة طبيعية توجد في عدد كبير من المواد الغذائية، كما يمكن تصنيعه لباع في الصيدليات على شكل أقراص. نذيب في الماء قرصاً يحتوي على كتلة  $m = 500\text{ mg}$  من حمض الاسكوربيك

فنحصل على محلول حجمه  $V_s = 200\text{ ml}$  عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$  ثابتة

التوازن K المقرون بهذا التحول:  $k = 7,94 \cdot 10^{-5}$

1- اكتب معادلة تفاعل حمض الاسكوربيك مع الماء واحسب  $C$  التركيز المولي للحمض في المحلول.

2- أعط تعبير ثابتة التوازن K بدلالة  $C$ .

3- حدد نسبة التقدم النهائي  $\tau$ ، ما طبيعة التحول الكيميائي المدروس

4- احسب قيمة  $pH$  المحلول

### التمرين التاسع

نخرج محلولاً مائياً لكلورور الأمونيوم ( $NH_4^+ + Cl^-$ ) بمحلول مائي لإيثانوات

الصوديوم ( $CH_3COO^- + Na^+$ ). نعتبر أن  $NH_4^+$  و  $CH_3COO^-$  لا

يتفاعلان مع الماء. نعتبر ان الخليط متساوي المولات  $n_1 = n_2 = 10^{-3}\text{ mol}$  ونفس الحجم

1) أكتب معادلة التفاعل الممكن حدوثه.

2) أعط تعبير ثابتة التوازن  $K$  لهذا التفاعل بدلالة التقدم عند التوازن

6) بين ان  $\tau = \frac{\sqrt{K}}{1+\sqrt{K}}$  ثم احسب قيمتها ماذا تستنتج؟

معطيات:  $CH_3COOH / CH_3COO^-$  و  $NH_4^+ / NH_3$

### التمرين العاشر

نخرج في كأس حجمها  $V_1$  من المحلول المائي لحمض الاسكوربيك ذي التركيز المولي

$C_1$  مع حجم  $V = V_1$  محلول مائي لبنزوات الصوديوم

$C_1 = C$  تركيز المولي ( $Na^+; C_6H_5COO^-$ )

أكتب المعادلة الكيميائية المندجة لتفاعل حمض الاسكوربيك  $C_6H_8O_6$  مع الايون

بنزوات  $C_6H_5COO^-$

اعط ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بمعادلة هذا التفاعل

بين ان تعبير تركيز كل من  $C_6H_5COOH$  و  $C_6H_7O_6^-$  في الخليط التفاعلي

عند التوازن، تكتب:

$$[C_6H_5COOH]_{eq} = [C_6H_7O_6^-]_{eq} = \frac{C}{2} \cdot \frac{\sqrt{K}}{1+\sqrt{K}}$$

(4) بين تعبير التقدم النهائي للتفاعل يكتب على شكل  $\tau = \frac{1}{1 - 10^{pH - pK_A}}$  ثم احسب قيمتها

### التمرين الرابع

كلف الأستاذ في حصة الأعمال المخبرية فوج من التلاميذ لتحضير محلولاً  $(S_2)$  من محلول الامونياك  $NH_3$  حجمه  $V = 50 \text{ mL}$  وتركيزه المولي  $C_2 = 2 \times 10^{-2} \text{ mol / L}$

أ - أكتب معادلة تفاعل الامونياك مع الماء

ب - علما ان قيمة  $pH$  الخلول  $(S_2)$  اخضر تساوي 10,8 . احسب قيمة نسبة التقدم النهائي  $\tau$  للتفاعل.

ج - بين ان تعبير خارج التفاعل يكتب على شكل  $Q_{r,eq} = \frac{\tau^2 \cdot C_B}{1 - \tau}$

د - بين ان قيمة ثابتة الحمضية  $K_A(NH_4^+ / NH_3) = \frac{K_e}{Q_{r,eq}}$   $(NH_4^{+ (aq)} / NH_3(aq))$

### التمرين الخامس

يوجد فيتامين C ( حمض الأسكوربيك  $C_6H_8O_6$  ) في العديد من الفواكه والخضراوات ويمكنه أن يقينا من بعض الأمراض مثل الزكام ، الصداع و بعض أنواع السرطان ، نجده في الصيدليات على شكل أقراص فيتامين C 500 ، نريد دراسة بعض مميزات حمض الأسكوربيك الذي نرسم له اختصارا بـ AH

I - نحضر محلولاً لحمض الأسكوربيك تركيزه المولي  $C = 0,01 \text{ mol / L}$  نقيس  $pH$  له فنجد:  $pH = 3$

1. أكتب معادلة ذوبان حمض الأسكوربيك في الماء .

2. احسب نسبة التقدم النهائي  $\tau$  لهذا التفاعل و ماذا تستنتج ؟

II - نذيب قرص من الفيتامين C في كمية من الماء المقطر في حجم

$V = 200 \text{ mL}$  من الماء المقطر . نعاير حجما  $V_A = 20 \text{ mL}$  من هذا الخلول بواسطة الخلول المائي لهيدروكسيد الصوديوم  $(Na^+ + OH^-)$  تركيزه المولي

$C_B = 0,02 \text{ mol / L}$  فنحصل على البيان  $pH = f(V_b)$

1. مثل التركيب التجريبي الذي يمكننا من إنجاز هذه المعايرة .

2. أكتب معادلة تفاعل المعايرة

3. عين احداثي نقطة التكافؤ ثم استنتج التركيز المولي  $C_A$

4. احسب بـ  $mg$  كتلة حمض الأسكوربيك الموجودة في قرص الفيتامين C

5. ماذا يقصد الصانع بكلمة فيتامين C 500 ؟

7. في غياب جهاز الـ  $pH$  متر ما هو الكاشف المناسب لهذه المعايرة .

الكتلة المولية لحمض الأسكوربيك :  $M(C_6H_8O_6) = 176 \text{ g / mol}$

كاشف ملون	أزرق بروموتيمول	فينول فتالين	هليانتين	أحمر الكريزول
منطقة الانعطاف	6.2 - 7.6	8.2 - 10	3.1 - 4	7.2 - 8.8

### التمرين الأول

نذيب كتلة  $m_0$  من حمض البنزويك  $C_6H_5COOH$  في الماء المقطر ، فنحصل على محلول مائي  $(S_0)$  لحمض البنزويك حجم  $V_0 = 100 \text{ mL}$  وتركيزه  $C_A = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  ، وله  $pH = 3,1$  .

1) احسب قيمة الكتلة  $m_0$  .

2) أكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء .

3) أنشئ جدول تقدم التفاعل .

4) عبر عن نسبة التقدم النهائي للتفاعل  $\tau$  بدلالة  $[H_3O^+]_{eq}$  و  $C_A$  . احسب قيمته . استنتج .

5) أعط تعبير خارج التفاعل  $Q_{r,eq}$  في حالة التوازن ، ثم أثبت أن

$$Q_{r,eq} = \frac{[H_3O^+]_{eq}^2}{C_A - [H_3O^+]_{eq}} \cdot Q_{r,eq}$$

6) تحقق من قيمة ثابتة الحمضية  $K_A(C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-)$  معطيات :

➤ الكتلة المولية :  $M(C_6H_5COOH) = 122 \text{ g.mol}^{-1}$

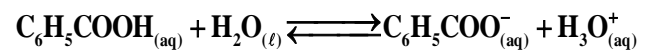
ثابتة الحمضية للمزدوجة  $C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-$  عند

$25^\circ C$  :  $pK_A = 4,2$

### التمرين الثاني

نعتبر محلولاً مائياً (S) لحمض البنزويك تركيزه المولي  $C = 10 \text{ mol.m}^{-3}$  وحجمه  $V$  . أعطى قياس موصلية الخلول (S) القيمة

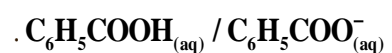
$\sigma = 2,76 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$  عند درجة الحرارة  $25^\circ C$  . نمذج التحول الكيميائي الذي يحدث بين حمض البنزويك و الماء بالمعادلة الكيميائية التالية:



1.1) بين أن نسبة التقدم النهائي  $\tau$  للتفاعل تساوي 0,072 .

2.1) أوجد تعبير خارج التفاعل  $Q_{r,eq}$  عند التوازن بدلالة  $C$  و  $\tau$  .

3-1) استنتج قيمة الثابتة  $pK_A$  للمزدوجة



❖ الموصليتان الموليتان الأيونيتان:

$$\lambda_{C_6H_5COO^-_{(aq)}} = 3,23 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$$

$$\lambda_{H_3O^+_{(aq)}} = 35 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$$

### التمرين الثالث

تتكون الأسبرين من حمض الأسيتيل ساليسيليك  $C_9H_8O_4$  ذي

$pK_A = 3,49$

نذيب نصف قرص من الأسبرين في الماء المقطر ، فنحصل على حجم  $V$  من محلول مائي له  $pH = 2,70$  .

1) أكتب معادلة تفاعل حمض الأسيتيل ساليسيليك مع الماء .

2) اعط تعبير ثابتة الحمضية للمزدوجة قاعدة/حمض .

3) حدد النوع المهيمن



5.6) حدد قيمة  $m$  كتلة حمض الساليسيليك المذابة.

6.6) حدد الكاشف الملون المناسب للمعايرة مع تحليل الجواب. تنتج قيمة  $C_0$  تركيز المحلول  $S_0$ .

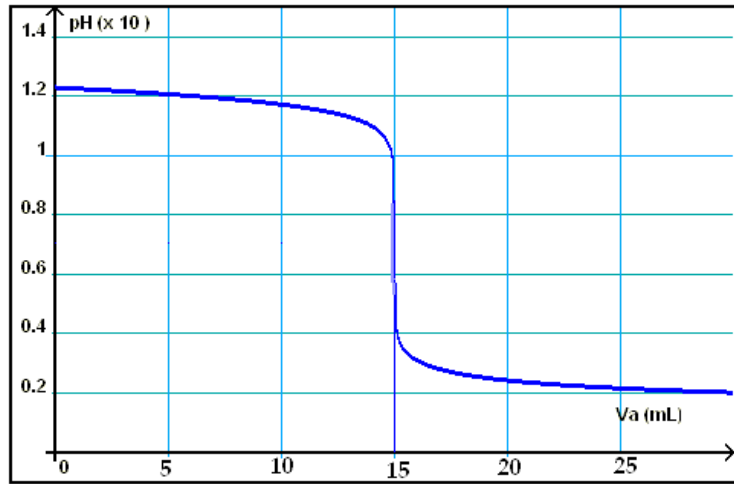
اللون المتغير	أحمر الكريزول	أزرق البروموتيمول	أحمر البروموتيمول	اللون المتغير
منطقة الانعطاف	7,2 - 8,8	6,0 - 7,6	4,8 - 6,4	منطقة الانعطاف

### التمرين الثامن

لمعايرة محلول  $S_B$  هيدروكسيد البوتاسيوم  $(K^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)})$  بقياس  $pH$  ، نضع في كأس حجم  $V_B = 20mL$  من هذا المحلول ونضيف إليه  $20mL$  من الماء المقطر. نستعمل كمحلول معيار ، محلول  $S_A$  حمض الكلوريدريك تركيزه  $C_A = 50mmol.L^{-1}$  . نخط ، بواسطة مجدول ، منحنى المعايرة  $pH = f(V_A)$  بحيث  $V_A$  هي حجم الحمض المضاف .

- 1) أكتب معادلة تفاعل المعايرة .
- 2) حدد مبيانيا إحداثيتي نقطة التكافؤ .
- 3) استنتج التركيز  $C_B$  للمحلول  $S_B$  .
- 4) اختر من بين الكواشف الملونة المدونة في الجدول أسفله ، الكاشف الملون الأنسب لهذه المعايرة

الكاشف الملون	هيليانتين	أحمر الميثيل	أزرق البروموتيمول
منطقة الانعطاف	4,4 - 3,1	6,2 - 4,2	7,6 - 6,0



### التمرين التاسع PCN2016

يستخدم حمض البروبانويك كمادة حافظة للأغذية و يحمل الرمز E280 ؛ نجده في الأجبان والمشروبات والمعلبات. كما يستخدم في تحضير بعض العطور ومستحضرات التجميل وبعض الأدوية. يهدف هذا الجزء في مرحلة أولى إلى دراسة تفاعل محلول حمض البروبانويك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم، وفي مرحلة ثانية إلى دراسة تفاعله مع الإيثانول.

معطيات:

❖ تمت القياسات عند درجة الحرارة  $25^\circ C$  ؛

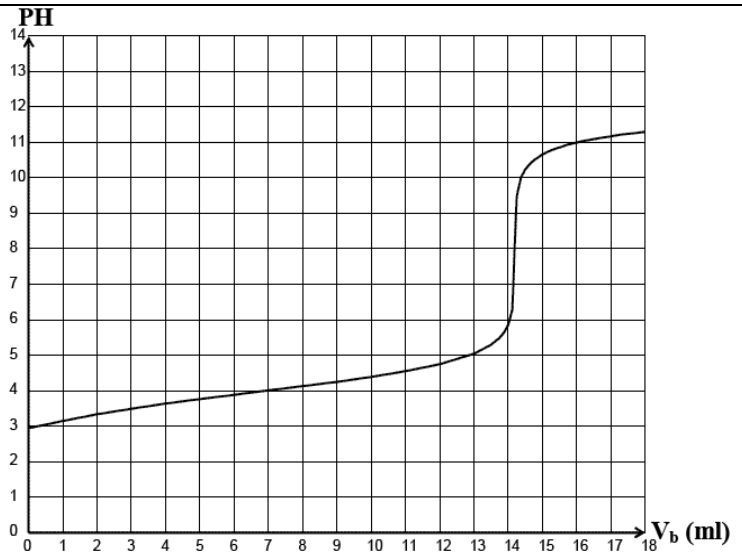
❖ الجداء الأيوني للماء:  $K_e = 10^{-14}$  ؛

❖ نرسم لحمض البروبانويك  $C_2H_5COOH \rightleftharpoons C_2H_5COO^- + H^+$  و لقاعدته المرافقة  $A^-$  .

❖ ثابتة الحمضية للمزدوجة  $C_2H_5COOH_{(aq)} / C_2H_5COO^-_{(aq)}$  :

$K_A = 10^{-4,9}$  ؛

❖ منطقة الانعطاف لبعض الكواشف الملونة:



### التمرين السابع

نحضر حجما  $V$  من محلول مائي لحمض الساليسيليك  $C_7H_6O_3$  ذو تركيز  $C = 10^{-2} mol.L^{-1}$  ، أعطى قياس  $pH$  المحلول القيمة  $pH = 2,5$  .

- 1) أعط تعريفا للحمض حسب برونشتد
- 2) أكتب المعادلة الكيميائية لتفاعل الحمض  $C_7H_6O_3$  مع الماء علما أن التحول غير تام .
- 3) أنجز جدول تقدم التفاعل.
- 4) أحسب  $\tau$  نسبة التقدم النهائي للتفاعل.
- 5) أحسب  $Q_{r,eq}$  قيمة خارج التفاعل عند التوازن
- 6) نقوم بإذابة كتلة  $m$  من حمض الساليسيليك  $C_7H_6O_3$  في  $100mL$  من الماء. فنحصل على محلول  $S_0$  ذي تركيز  $C_0$  ، نقوم بتخفيف المحلول 10 مرات فنحصل على محلول مخفف  $S_A$  . نأخذ حجما  $V_A = 20mL$  من المحلول  $S_A$  ثم نعايره باستعمال محلول مائي هيدروكسيد الصوديوم  $(Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)})$  ذو تركيز  $C_B = 0,10mol.L^{-1}$  . بواسطة مجدول نحصل على المنحنى الممثل جانبه.

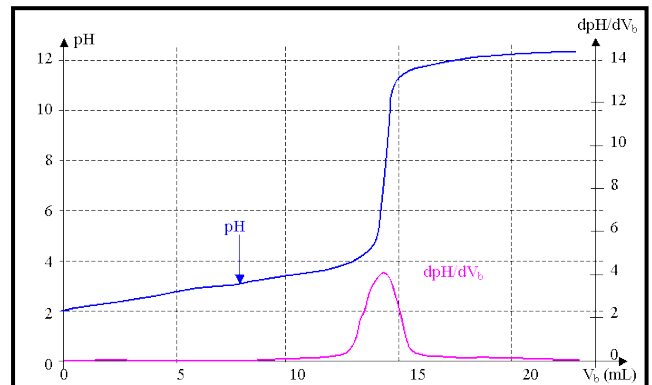
1.6) أكتب المعادلة الحاصلة لتفاعل المعايرة.

2.6) عند إضافة  $V_B = 5mL$  من هيدروكسيد الصوديوم

اعتمادا على الجدول الوصفي بين ان تعبير نسبة التقدم تكتب على شكل

$$\tau = 1 - \frac{10^{pH-14}}{C_B} \left( 1 + \frac{V_A}{V_B} \right)$$

ثم احسب قيمتها ماذا تستنتج؟



3.6) حدد إحداثيات نقطة التكافؤ.

4.6) حدد  $C_A$  تركيز المحلول  $S_A$

الكاشف الملون	الهيكلتين	أزرق البروموثيمول	أزرق الثيمول
منطقة الانعطاف	3-4,4	6-7,6	8-9,6

## 1 - تفاعل حمض البروبانويك مع هيدروكسيد الصوديوم

نعاير بقياس pH، حجما  $V_A = 5 \text{ mL}$  من محلول مائي ( $S_A$ ) لحمض البروبانويك AH تركيزه  $C_A$  بواسطة محلول مائي ( $S_B$ ) لهيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز  $C_B = 5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .  
يمثل منحنى الشكل 1 تغير pH الخليط بدلالة الحجم  $V_B$  للمحلول ( $S_B$ ) المضاف خلال المعايرة.

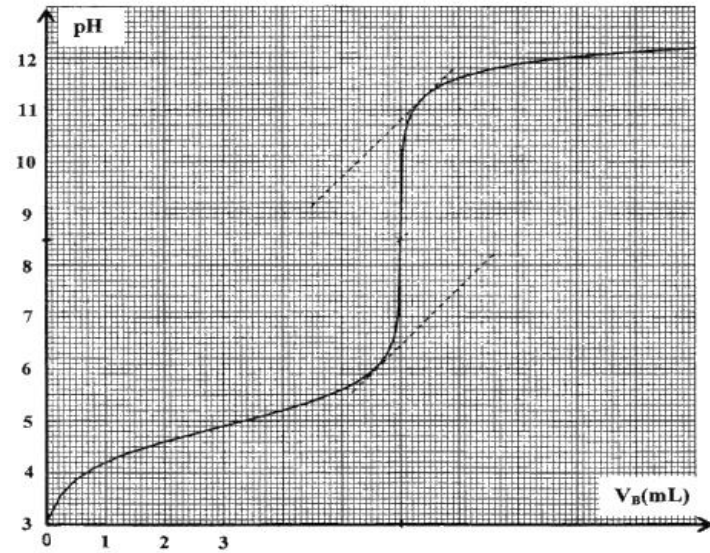
1.1- عين إحداثيتي نقطة التكافؤ:  $V_{BE}$  و  $pH_E$ .

2.1- بحساب ثابتة التوازن K المقرونة بتفاعل المعايرة، بين أن هذا التفاعل كلي.

3.1- أحسب التركيز  $C_A$ .

4.1- اختر من بين الكواشف الملونة المقترحة، الكاشف الملون الملائم لمعرفة التكافؤ. علل الجواب.

5.1- حدد معللا جوابك، النوع المهيمن AH أو  $A^-$  عند إضافة الحجم  $V_B = 7 \text{ mL}$ .



الشكل 1

## التمرين العاشر PCN2009

يعتبر الخل التجاري محلولاً مائياً لحمض الايثانويك  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ويتميز بدرجة حمضية ( $X^\circ$ )، والتي تمثل الكتلة X بالغرام (g) لحمض الايثانويك الموجودة في 100g من الخل.

المعطيات:

✓ الكتلة الحجمية للخل:  $\rho = 1 \text{ g/mL}$ .

✓ الكتلة المولية لحمض الايثانويك:

$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ g.mol}^{-1}$ .

✓ الموصلية المولية لأيون  $\text{H}_3\text{O}^+$

$\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 3,49.10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$

✓ الموصلية المولية لأيون  $\text{CH}_3\text{COO}^-$

$\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 4,09.10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$

## 1 الجزء I: دراسة ذوبان حمض الايثانويك في الماء:

نتوفر على محلولين مائين ( $S_1$ ) و ( $S_2$ ) لحمض الايثانويك:

✓ المحلول ( $S_1$ ) تركيزه المولي  $C_1 = 5.10^{-2} \text{ mol/L}$

وموصليته  $\sigma_1 = 3,5.10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$ .

✓ المحلول ( $S_2$ ) تركيزه المولي  $C_2 = 5.10^{-3} \text{ mol/L}$

وموصليته  $\sigma_2 = 1,1.10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$ .

نعتبر ذوبان حمض الايثانويك في الماء تفاعلاً محدوداً.

1.1: أكتب معادلة التفاعل المنمذج لتفاعل حمض الايثانويك في الماء

1.2: أوجد تعبير التركيز المولي الفعلي  $[H_3O^+]_{eq}$  لأيونات

الأوكسونيوم عند التوازن بدلالة  $\sigma$  و  $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$  و  $\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-}$ .

1.3: أحسب  $[H_3O^+]_{eq}$  في كل من ( $S_1$ ) و ( $S_2$ )

1.4: حدد نسبي التقدم النهائي  $\tau_1$  و  $\tau_2$  لتفاعل حمض الايثانويك مع الماء في كل محلول، واستنتج تأثير التركيز البدئي للمحلول على نسبة التقدم النهائي.

1.5: حدد ثابتة التوازن لتفاعل حمض الايثانويك مع الماء بالنسبة لكل من ( $S_1$ ) و ( $S_2$ ). ماذا تستنتج؟

## 2 الجزء II: التحقق من درجة حمضية الخل التجاري:

نأخذ حجماً  $V_0 = 1 \text{ mL}$  من خل تجاري درجة حمضيته ( $7^\circ$ ) وتركيزه المولي

$C_0$ ، ونضيف إليه الماء المقطر لتحضير محلول ( $S$ ) تركيزه  $C_S$  وحجمه

$V_S = 100 \text{ mL}$ . نعاير الحجم  $V_A = 20 \text{ mL}$  من المحلول ( $S$ ) بمحلول مائي

( $S_B$ ) لهيدروكسيد الصوديوم ( $\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$ ) تركيزه

$C_B = 1,5.10^{-2} \text{ mol/L}$ . نحصل على التكافؤ عند إضافة الحجم

$V_{BE} = 15,7 \text{ mL}$  من المحلول ( $S_B$ ).

2.1: أكتب المعادلة المنمذجة لتفاعل المعايرة

2.2: أحسب  $C_S$

2.3: حدد درجة الحمضية

## التمرين الحادي عشر PCN2015

معطيات:

✓ تمت جميع القياسات عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$ .

✓ ثابتة الحمضية لحمض الايثانويك:

$pK_A(\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,8$ .

لتحديد تركيز محلول الايثانويك، نعايره باستعمال محلول هيدروكسيد الصوديوم

( $\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$ ) تركيزه  $C_b = 1,5.10^{-2} \text{ mol/L}$

نأخذ الحجم  $V_a = 10 \text{ mL}$  من المحلول ( $S_a$ ) لحمض الايثانويك ذي

التركيز  $C_a$  ونضيف إليه تدريجياً الحجم  $V_b$  من المحلول ( $S_b$ ) لهيدروكسيد

الصوديوم، ثم نقيس pH الخليط التفاعلي.

يمثل الشكل أسفله المنحنيين  $pH = f(V_b)$  و  $\frac{dpH}{dV_b} = f(V_b)$  هذه المعايرة.

نحضر محلولاً مائياً (S) لحمض الميثانويك تركيزه المولي C وحجمه ،

$V_S = 1L$  و ذلك بإضافة الحجم  $V_0 = 2mL$  من

المحلول التجاري ( $S_0$ ) ذي التركيز المولي  $C_0$  إلى الماء المقطر .

تحديد  $pK_A$  للمزدوجة  $HCOOH / HCOO^-$  باعتماد المعايرة :

نعاير الحجم  $V = 50mL$  من المحلول (S) بمحلول مائي ( $S_B$ ) هيدروكسيد

الصوديوم ( $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ ) تركيزه المولي  $C_B = 0,10mol.L^{-1}$

بتتبع تغير  $pH$  الخليط التفاعلي بدلالة الحجم  $V_B$  للمحلول ( $S_B$ ) المضاف .

اعتماداً على القياسات المحصل عليها، تم خط المنحنى ( $C_1$ ) الذي يمثل

$$\frac{dpH}{dV_B} = g(V_B) \text{ الذي يمثل } (C_1) \text{ المنحنى و } pH = f(V_B)$$

3-3- اكتب المعادلة الكيميائية النمذجة للتحويل الحاصل أثناء المعايرة .

3-2- حدد الحجم  $V_{BE}$  المضاف عند التكافؤ و احسب التركيز C للمحلول

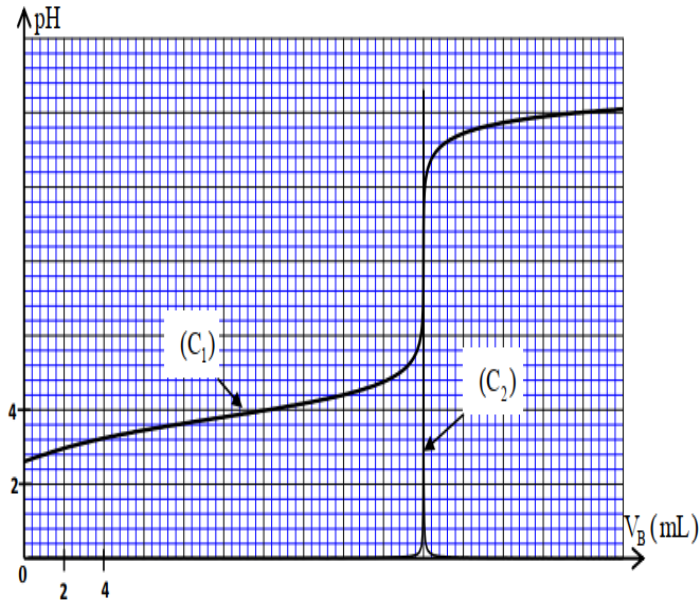
(S)

3-1- تحقق من قيمة . p

3-4- اعتماداً على الجدول الوصفي حدد، عند إضافة الحجم  $V_B = 16mL$  من

المحلول ( $S_B$ )، النوع الكيميائي المهيمن في الخليط التفاعلي من بين النوعين

$HCOOH$  و  $HCOO^-$  استنتج قيمة  $pK_A$



### التمرين الثالث عشر SM

نتوفر على محلول مائي لحمض البروبانويك تركيزه المولي C وحجمه V . أعطى

قياس  $pH$  المحلول القيمة  $pH = 2,9$  و  $pK_A = 4,9$

1- اكتب المعادلة النمذجة لتفاعل حمض البروبانويك مع الماء .

2- عبر عن  $pH$  المحلول بدلالة  $pK_A$  للمزدوجة

$C_2H_5COOH / C_2H_5COO^-$  وتركيز النوعين الكيميائيين في المحلول

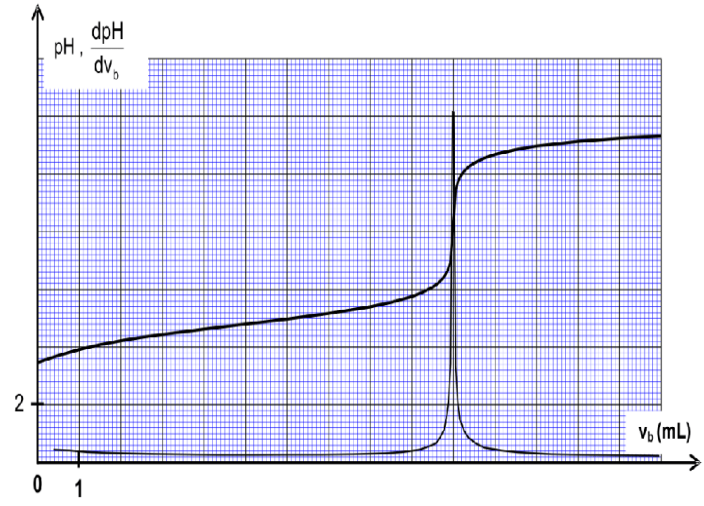
$C_2H_5COO^-$  و  $C_2H_5COOH$

3- بين أن نسبة التقدم النهائي  $\tau$  للتفاعل يكتب على الشكل

$$\tau = \frac{1}{10^{pK_A - pH} + 1} \text{ احسب قيمتها .}$$

نأخذ حجماً  $V_A$  من محلول مائي لحمض البروبانويك تركيزه المولي  $C_A$  ، ونضيف

إليه تدريجياً محلولاً مائياً ( $S_B$ )



1.1: أرسم على ورقة التحرير تبيان التركيب التجريبي الذي يمكن من إنجاز المعايرة حمض- قاعدة بواسطة قياس  $pH$  مبيناً أسماء الأدوات المستعملة والمحلولين .

1.2: أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الحاصل أثناء المعايرة وأذكر خاصياته .

1.3: أوجد التركيز  $C_a$  لحمض الإيثانويك .

1.4: حدد معللاً جوابك، أي من النوعين  $CH_3COOH$  و  $CH_3COO^-$  يكون هو المهيمن في الخليط التفاعلي عند  $pH = 7$  .

1.5: أوجد، مستعيناً بمنحنى المعايرة، الحجم  $V_b$  الذي يجب إضافته للخليط

$$\frac{[CH_3COOH]_{eq}}{[CH_3COO^-]_{eq}} = 1 \text{ التفاعلي لكي يكون الخارج}$$

### التمرين الثاني عشر SM

حمض الميثانويك  $HCOOH$  مادة طبيعية ينتجها النمل والنحل كما يمكن تصنيعه في المختبرات ليستخدم في صناعة النسيج و الجلد والصبغة والمبيدات ...

يوجد هذا الحمض في الحالة السائلة عند الظروف الاعتيادية .

يهدف هذا الجزء إلى :

التحقق من النسبة المئوية الكتلية p لحمض الميثانويك في محلول تجاري لهذا

الحمض .

تحديد قيمة  $pK_A$  للمزدوجة  $HCOOH / HCOO^-$  بطريقتين مختلفتين .

■ الكتلة المولية :  $M(HCOOH) = 46g.mol^{-1}$

■ الكثافة :  $d = 1,15$

■ النسبة المئوية الكتلية  $p = 80\%$

معطيات: -  $p = 80\%$ ، يعني أن 100g من المحلول التجاري يحتوي على 80g من الحمض الخالص؛

- الكتلة الحجمية للماء:  $\rho_p = 1kg.L^{-1}$ ؛

- الموصلية المولية الأيونية :  $\lambda_{HCOO^-} = 5,46.10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$  ،  $\lambda_{H_3O^+} = 3,50.10^{-2} S.m^2.mol^{-1}$

- تعبير الموصلية  $\sigma$  لمحلول هو:  $\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$  حيث  $[X_i]$  هو التركيز المولي الفعلي لكل نوع أيوني

$X_i$  متواجد في المحلول و  $\lambda_i$  موصلية المولية الأيونية؛

- نهمل تأثير أيونات الهيدروكسيد  $HO^-$  على موصلية المحلول المدروس .

هيدروكسيد الصوديوم ( $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ ) تركيزه المولي  $C_B$  و نتبع تغير  $pH$  الخليط التفاعلي بدلالة الحجم  $V_B$  للمحلول المضاف ( $S_B$ ) اعتمادا على القياسات المحصل عليها، تم خط منحنى الشكل أسفله و الذي يمثل تغيرات  $pH$  الخليط التفاعلي بدلالة

$$\log \left( \frac{V_B}{V_{BE} - V_B} \right) \text{ مع } V_B < V_{BE} \text{ حيث } V_{BE} \text{ هو حجم هيدروكسيد}$$

الصوديوم المضاف عند التكافؤ.

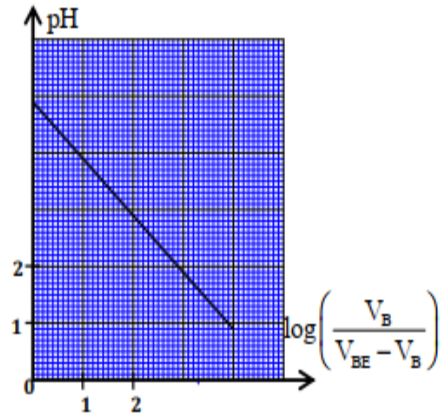
4- اكتب المعادلة النمذجة لتفاعل المعايرة.

5- أوجد، عند إضافة حجم  $V_B$  من المحلول ( $S_B$ )، تعبير

$$\frac{[C_2H_5COO^-]}{[C_2H_5COOH]}$$

الخارج بدلالة  $V_{BE}$  و  $V_B$  تحقق من قيمة

6- تحقق من قيمة



$$pK_A(C_2H_5COOH / C_2H_5COO^-)$$

التمرين الرابع عشر PCN2013

❖ تمت جميع القياسات عند  $25^\circ C$ .

❖ الجداء الأيوني للماء  $K_e = 10^{-14}$ .

❖ ثابتة الحمضية للمزدوجة

$$pK_A(NH_4^+_{(aq)} / NH_{3(aq)}) = 9,2 : NH_4^+_{(aq)} / NH_{3(aq)}$$

❖ جدول مناطق انعطاف بعض الكواشف الملونة:

الكاشف الملون	الهيلانتين	أحمر الكلوروفينول	أزرق البروموثيمول	الفينول فتالين
منطقة الانعطاف	3,1 - 4,4	5,2 - 6,8	6 - 7,6	8,2 - 10

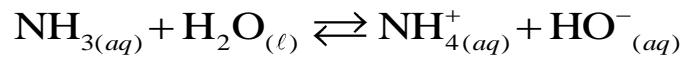
دراسة المحلول المائي للأمونياك:

نعتبر محلولاً ( $S_B$ ) للأمونياك حجمه  $V$  وتركيزه

$$C_B = 2.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \text{ . أعطى قياس } pH \text{ هذا المحلول القيمة}$$

$$pH = 10,75.$$

نمذج التحول الكيميائي الذي يحدث بين الأمونياك والماء بالمعادلة الكيميائية التالية:



1.1- حدد نسبة التقدم النهائي  $\tau$  لهذا التفاعل. ماذا تستنتج؟

1.2- عبر عن تعبير خارج التفاعل  $Q_r$  عند توازن المجموعة الكيميائية

بدلالة  $C_B$  و  $\tau$ . أحسب قيمته.

1.3- تحقق من قيمة  $pK_A$  للمزدوجة  $NH_4^+_{(aq)} / NH_{3(aq)}$ .

معايرة محلول الأمونياك بواسطة محلول حمض الكلوريدريك

نقوم بمعايرة الحجم  $V_B = 30 \text{ mL}$  من محلول مائي للأمونياك ( $S_B$ )

تركيزه  $C_B$  بواسطة محلول مائي ( $S_A$ ) حمض الكلوريدريك ذي

التركيز  $C_A = 2.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  بقياس  $pH$ .

2.1- اكتب المعادلة الكيميائية النمذجة لهذه المعايرة.

2.2- يمثل المنحنى الممثل في الشكل 1 تغيرات  $pH$  الخليط بدلالة الحجم

$V_A$  للمحلول ( $S_A$ ) لحمض الكلوريدريك المضاف.

2.2.1- حدد الإحداثيتين  $V_{AE}$  و  $pH_E$  لنقطة التكافؤ.

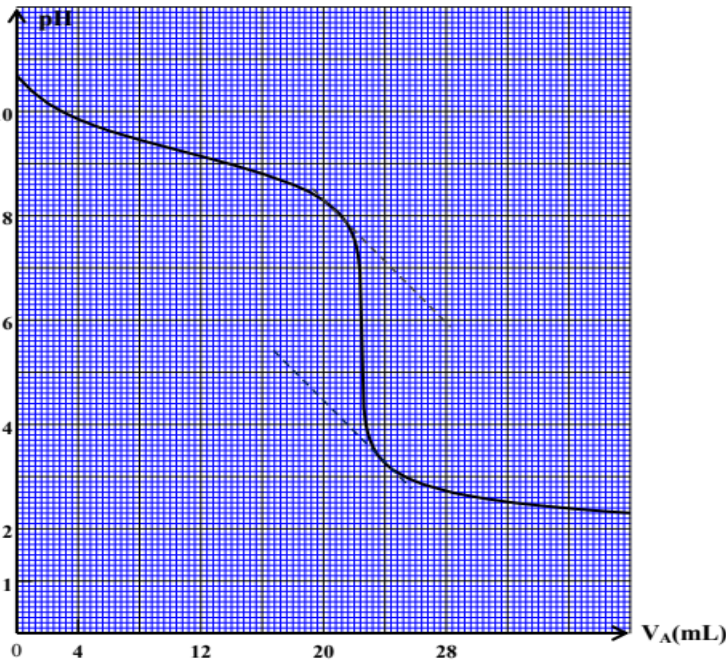
2.2.2- أحسب  $C_B$ .

2.2.3- عين، معطلا جوابك، الكاشف الملائم لانجاز هذه المعايرة في غياب

جهاز  $pH$  متر.

2.2.4- حدد الحجم  $V_{AE}$  من محلول حمض الكلوريدريك الذي يجب إضافته

لكي تتحقق العلاقة :  $[NH_4^+] = 15[NH_3]$  في الخليط التفاعلي.



التمرين الخامس عشر SM

الأمونياك  $NH_3$  غاز قابل للذوبان في الماء ويعطي محلولاً قاعدياً. تكون محاليل الأمونياك التجارية مركزة وغالبا ما تستعمل في مواد التنظيف بعد تخفيفها. يهدف هذا التمرين إلى دراسة بعض خاصيات الأمونياك و الهيدروكسيلاмин  $NH_2OH$  المذابين في الماء و تحيد تركيز الأمونياك في منتج تجاري عن طريق المعايرة بمحلول حمض الكلوريدريك ذي تركيز معلوم. معطيات:

❖ الكثلة الحجمية للماء:  $\rho = 1 \text{ g.cm}^{-3}$

❖ الجداء الأيوني للماء:  $K_e = 10^{-14}$

❖ الكثلة المولية لكلورورالهيدروجين:  $M_{(HCl)} = 36,5 \text{ g.mol}^{-1}$

❖ ثابتة الحمضية للمزدوجة  $NH_4^+_{(aq)} / NH_{3(aq)}$  هي :  $K_{A1}$

❖ ثابتة الحمضية للمزدوجة  $NH_3OH^+_{(aq)} / NH_2OH_{(aq)}$  هي :

$$K_{A2}$$

نحضر محلولاً  $S_A$  لحمض الكلوريدريك تركيزه  $C_A = 0,015 \text{ mol.L}^{-1}$

وذلك بتخفيف محلول تجاري لهذا الحمض تركيزه  $C_0$  وكثافته بالنسبة للماء

هي  $d = 1,15$ . النسبة الكتلية للحمض في هذا المحلول التجاري هي:

$$P = 37\%.$$



## تحضير محلول حمض الكلوريدريك:

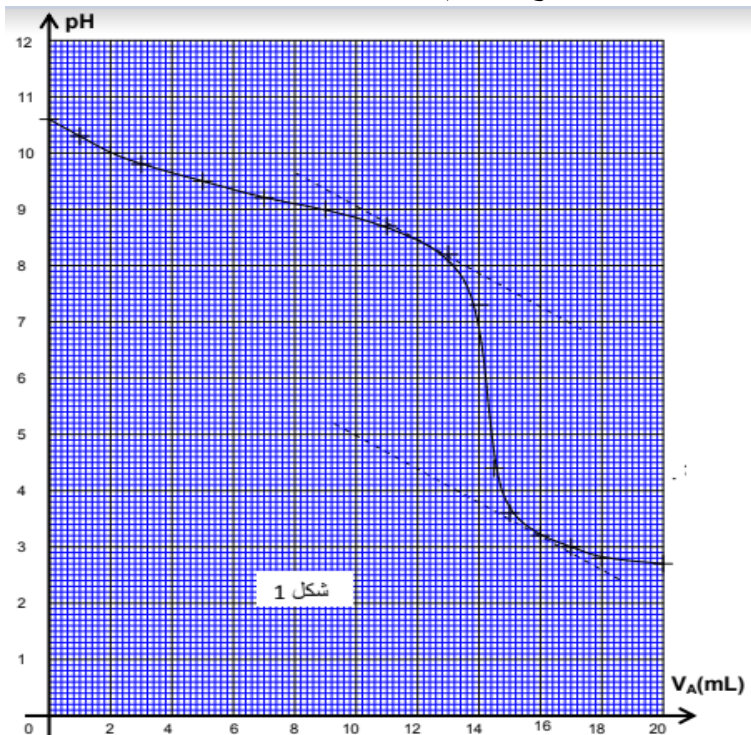
- 1.1 أوجد تعبير كمية مادة الحمض  $n(HCl)$  في حجم  $V$  من المحلول التجاري بدلالة  $P$  و  $d$  و  $V$  و  $\rho_e$ . تحقق أن  $C_0 = 11,6 \text{ mol.L}^{-1}$
- 2.1 أحسب حجم المحلول التجاري الذي يجب أخذه لتحضير 1L من المحلول  $S_A$ .

## 2. دراسة بعض خاصيات قاعدة مذابة في الماء:

- 2.1 نعتبر محلولاً مائياً لقاعدة  $B$  تركيزه  $C$ ، نرمز لثابتة الحمضية للمزدوجة  $BH^+ / B$  بـ  $K_A$  ونسبة التقدم النهائي لتفاعلها مع الماء بـ  $\tau$  بين أن:  $K_A = \frac{Ke(1-\tau)}{C \cdot \tau^2}$
- 2.2 نقيس  $pH_1$  لمحلول  $S_1$  للأمونياك  $NH_{3(aq)}$  و  $pH_2$  لمحلول  $S_2$  هيدروكسيلامين  $NH_2OH_{(aq)}$  لهما نفس التركيز  $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ، فنجد  $pH_1 = 10,6$  و  $pH_2 = 9$  أحسب نسبي التقدم النهائي  $\tau_1$  و  $\tau_2$  تباعاً لتفاعل  $NH_3$  و  $NH_2OH$  مع الماء.
- 2.3 أحسب قيمتي كل من الثابتين  $pK_{A1}$  و  $pK_{A2}$ .

## 3. المعايرة حمض- قاعدة لخلول مخفف للأمونياك :

- لتحديد التركيز  $C_B$  لخلول تجاري مركز للأمونياك، نستعمل المعايرة حمض- قاعدة. نحضر محلولاً مخففاً  $S$  تركيزه  $C' = \frac{C_B}{1000}$  ننجز المعايرة لحجم  $V = 20 \text{ mL}$  من المحلول  $S$  بواسطة محلول  $S_A$  حمض الكلوريدريك  $(H_3O^+_{(aq)}; Cl^-_{(aq)})$  تركيزه  $C_A = 0,015 \text{ mol.L}^{-1}$ .
- 3.1 أكتب معادلة التفاعل الحاصل أثناء المعايرة.
  - 3.2 عند إضافة الحجم  $V_A = 4 \text{ mL}$  تأخذ  $pH = 9,5$  القيمة  $pH$ ، أحسب نسبة التقدم النهائي للتفاعل الحاصل أثناء المعايرة. ماذا تستنتج؟
  - 3.3 نحصل على التكافؤ عند إضافة الحجم  $V_{AE} = 14 \text{ mL}$  من حمض الكلوريدريك. استنتج  $C'$  ثم  $C_B$ .



## التمرين السادس عشر SM

ايتانوات الصوديوم مركب كيميائي صيغته  $CH_3COONa$  قابل للذوبان في الماء حيث يعتبر مصدر لايونات الايتانوات  $CH_3COO^-$  نهتم بدراسة تفاعل ايونات الايتانوات مع كل من الماء و حمض الميثانويك معطيات:  $M(CH_3COONa) = 82 \text{ g/mol}$  عند  $25^\circ C$ ،  $K_e = 10^{-14}$ ، ثابتة الحمضية للمزدوجة  $K_A(CH_3COOH / CH_3COO^-) = 1,6 \cdot 10^{-5}$

1/ نذيب كتلة  $m = 410 \text{ mg}$  من بلورات ايتانوات الصوديوم في الماء المقطر للحصول على محلول  $(S_1)$  حجم  $V = 500 \text{ mL}$  و تركيزه  $C_1$ . نقيس  $pH$  المحلول  $(S_1)$  فنجد:  $pH = 8,4$ .

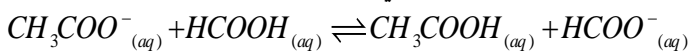
1-1 أكتب معادلة تفاعل الايتانوات مع الماء؟

1-2 بالاعتماد على جدول التقدم للتفاعل، عبر عن نسبة التقدم النهائي  $\tau_1$  بدلالة  $C_1$ ،  $K_e$  و  $pH$  وأحسب قيمته؟

1-3 عبر عن ثابتة التوازن  $K$  للتفاعل بدلالة  $C_1$  و  $\tau_1$  ثم تحقق أن  $K = 6,3 \cdot 10^{-10}$

1-4 نأخذ حجماً من المحلول  $(S_1)$  ونضيف إليه كمية من الماء المقطر للحصول على محلول  $(S_2)$  تركيزه المولي  $C_2 = 10^{-3} \text{ mol/L}$  أحسب في هذه الحالة نسبة التقدم النهائي  $\tau_2$  للتفاعل؟ ماذا تستنتج؟

2- نغزج حجماً  $V_2 = 90 \text{ mL}$  من محلول مائي لايتانوات الصوديوم تركيزه  $C_2 = 10^{-3} \text{ mol/L}$  وحجماً  $V = 10 \text{ mL}$  من محلول مائي لحمض الميثانويك  $HCOOH$  له نفس التركيز.  $C_2 = 10^{-3} \text{ mol/L}$  نمذج التحول الحاصل بتفاعل كيميائي معادلته:



نبر عن  $\sigma$  موصلية الخليط عند لحظة بدلالة تقدم التفاعل  $x$  بعلاقة التالية:  $\sigma = 81,9 + 1,37 \cdot 10^4 x$  حيث  $\sigma$  بـ  $\text{mS/m}$  و  $x$  بـ  $\text{mol}$ . عند التوازن نقيس  $\sigma_{eq} = 83,25 \text{ mS.m}^{-1}$  فنجد  $\sigma_{eq} = 83,25 \text{ mS.m}^{-1}$ .

1-2 احسب قيمة ثابتة التوازن  $K$  لتفاعل المدروس؟

2-2 استنتج قيمة ثابتة الحمضية للمزدوجة

$K'_A(HCOOH / HCOO^-)$ ؟

3- احسب قيمة  $pH$  للخليط عند التوازن ثم استنتج النوعين المهيمنين في الخليط عند التوازن

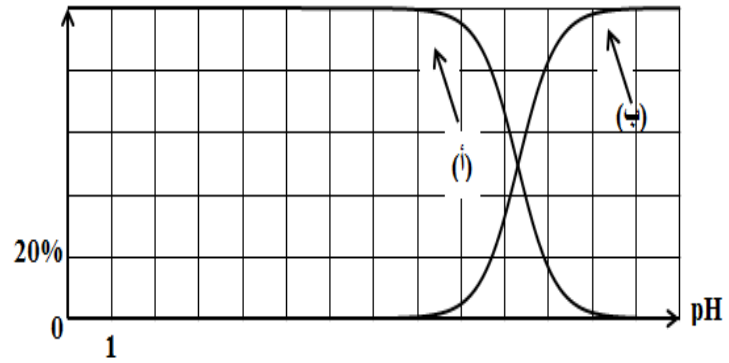
## التمرين السابع عشر SM

تستعمل المركبات الكيميائية التي تحتوي على عناصر الأزوت في مجالات متعددة كالزراعة لتخصيب التربة بواسطة الأسمدة أو الصناعة لتصنيع الأدوية وغيرها. يهدف هذا التمرين إلى دراسة: تمت جميع القياسات عند درجة الحرارة  $25^\circ C$ ،  $K_e = 10^{-14}$  الجداء الأيوني للماء

## الجزء الأول: دراسة محلول مائي لميثيل أمين

1- نحضر محلولاً مائياً  $(S_1)$  لميثيل أمين  $CH_3NH_2$  تركيزه المولي  $C_1 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  أعطى قياس المحلول  $S_1$  القيمة  $pH = 11$  (1-1) اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل الأمونياك مع الماء.

(1-2) أوجد تعبير نسبة التقدم النهائي  $\tau_1$  للتفاعل بدلالة  $C_1$  و  $pH$  و



(1-3) بين ان تعبير ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بمعادلة التفاعل يكتب على شكل  $K = \frac{10^{2(pH-14)}}{C_1 - 10^{(pH-14)}}$  احسب قيمتها.

(2) نخفض المحلول ( $S_1$ ) فنحصل على محلول مائي ( $S_2$ ). نقيس  $pH$  المحلول ( $S_2$ ) فنجد  $pH' = 10,2$  يمثل منحني الشكل التالي مخطط توزيع النوعين الحمضي والقاعدي للمزدوجة  $CH_3NH_3^+ / CH_3NH_2$ .

(2-1) بين ان نسبة تواجد الحمض  $CH_3NH_3^+$  وتواجد القاعدة  $CH_3NH_2$  في المحلول تكتب على شكل

$$\%CH_3NH_2 = \frac{1}{1 + 10^{pK_{A1} - pH}} \quad \text{و} \quad \%CH_3NH_3^+ = \frac{1}{1 + 10^{pH - pK_{A1}}}$$

(2-2) أقرن النوع القاعدي للمزدوجة  $CH_3NH_3^+ / CH_3NH_2$  بالمنحنى الموافق له معللا جوابك.

(2-3) اعتمادا على منحنى الشكل، حدد:

$$pK_{A1} \quad (1-2-3)$$

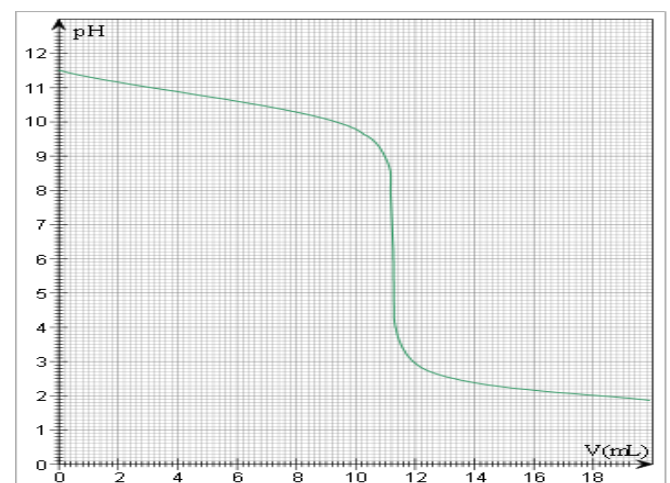
(2-3-2) نسبة التقدم النهائي  $\tau_2$  للتفاعل في المحلول  $S_2$ .

(2-3-3) بمقارنة  $\tau_1$  و  $\tau_2$  ماذا تستنتج؟

الجزء الثاني: معايرة محلول مائي لميثيل أمين بمحلول حمض الكلوريديك

الكلوريدريك

عند معايرة حجما  $V_B = 20\text{mL}$  من محلول مائي لميثيل أمين  $CH_3NH_2$  ذي تركيز  $C_B$  بمحلول حمض الكلوريديك  $(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$  تركيزه  $C_A = 0,10\text{mol.L}^{-1}$  بقياس  $pH$  المحلول حصلنا على المنحنى جانبه ..



(1) أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

(2) أحسب قيمة  $K$  ثابتة التوازن المقرونة بتفاعل المعايرة.

(3) عند اضافة  $V_A = 8,0\text{mL}$ . نحصل على  $pH \approx 10,3$  بين ان  $\tau$  نسبة التقدم النهائي لتفاعل المعايرة. تكتب على شكل

$$\tau = 1 - \frac{10^{-pH}}{C_A} \left( 1 + \frac{V_B}{V_A} \right)$$

(4) حدد احداثيات نقطة التكافؤ  $E$ .

(5) استنتج قيمة التركيز  $C_B$ .

(6) أحسب النسبة  $\frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]}$  عندما يكون حجم الحمض المضاف هو  $V_A = 8,0\text{mL}$

### التمرين الثامن عشر SM

1- دراسة محلول مائي لحمض

نحضر محلولاً مائياً  $S_A$  للحمض 2- ميثيل بروبانونيك، حجمه  $V$  وتركيزه

$C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . أعطى قياس  $pH$  المحلول  $S_A$  القيمة  $pH = 3,44$ . نرسم لهذا الحمض بالصيغة  $HA$  و لقاعدته المرافقة  $A^-$ .

1.1 أكتب المعادلة الكيميائية الممنجة لتفاعل الحمض  $HA$  مع الماء.

2.1 أحسب نسبة التقدم النهائي للتفاعل واستنتج النوع الكيميائي المهيمن للمزدوجة  $HA_{(aq)} / A^-_{(aq)}$ .

3.1 أوجد تعبير  $pK_A$  للمزدوجة  $HA_{(aq)} / A^-_{(aq)}$  بدلالة  $C$  و  $pH$ . تحقق أن  $pK_A \approx 4,86$ .

4.1 نأخذ حجماً  $V_A = 20 \text{ mL}$  من المحلول  $S_A$  ونضيف إليه تدريجياً حجماً

$V_B$  من محلول مائي ( $S_B$ ) لهيدروكسيد الصوديوم  $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$

تركيزه المولي  $C_B = C$  مع  $V_B < 20 \text{ mL}$ .

1.4.1 أكتب المعادلة الكيميائية الممنجة للتفاعل الذي يحدث (نعتبر هذا التفاعل تاماً).

أوجد قيمة الحجم  $V_B$  من المحلول ( $S_B$ ) المضاف عندما يأخذ  $pH$  الخليط التفاعلي القيمة

# الوحدة 7 :تحصيل الطاقة في الاعمدة

## التمرين الاول

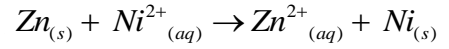
ننجز العمود المكون من المزدوجتين  $Zn^{2+}_{(aq)} / Zn_{(s)}$  و  $Ni^{2+}_{(aq)} / Ni_{(s)}$  بغمير إلكترود من النيكل في حجم  $V = 100mL$  من محلول كبريتات النيكل  $(Ni^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)})$  تركيزه البدئي  $C = 5.10^{-2} mol . L^{-1}$  والكترود الزنك في حجم  $V = 100mL$  من محلول كبريتات الزنك  $(Zn^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)})$  تركيزه البدئي  $C = 5.10^{-1} mol / L^{-1}$  ، نصل محلولي العمود بواسطة قنطرة أيونية معطيات:

❖ الكتلة المولية الذرية  $M(Zn) = 65,4 g . mol^{-1}$

❖  $M(Ni) = 58,7 g / mol$

❖ ثابتة فارداي  $F = 9,65.10^4 C . mol^{-1}$

❖ ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل هي :  $K = 10^{18}$



1- نصل الكترود النيكل  $Ni_{(s)}$  وإلكترود الزنك بموصل أومي ، فيمر في

الدائرة تيار كهربائي شدته .  $I = 0,1A$

1-1- أحسب خارج التفاعل  $Q_{r,i}$  في الحالة البدئية ، وبين المنحى التلقائي

لتطور المجموعة المكونة

1-2- حدد قطبية العمود ثم أرسم التبيانة الاصطلاحية

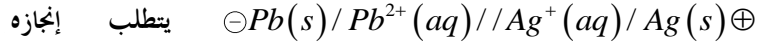
2- نعتبر أن كتلة الإلكترودين توجد بوفرة وأن التحول الكيميائي الذي يحدث أثناء اشتغال العمود كلي.

1-2- حدد المدة الزمنية القصوى لاشتغال العمود.

2-2- استنتج كتلة النيكل  $Ni$  المتكونة على الإلكترود

## التمرين الثاني

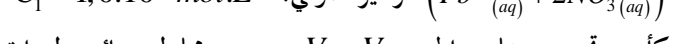
نعتبر العمود رصاص/فضة ذي التبيانة الاصطلاحية:



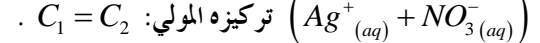
يتطلب إنجاز هذه

الأدوات و المواد التالية:

كأس تحتوي على الحجم  $V_1$  من محلول مائي لنترات الرصاص



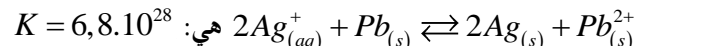
كأس تحتوي على الحجم  $V_1 = V_2$  من محلول مائي لنترات الفضة



سلك من فلز الفضة – سلك من فلز الرصاص – قنطرة ملحجية.

معطيات:

ثابتة التوازن المقرونة بالمعادلة الكيميائية



هي :  $K = 6,8.10^{28}$

$1F = 96500C . mol^{-1}$  أحسب قيمة خارج التفاعل  $Q_{r,i}$  في الحالة البدئية

للمجموعة الكيميائية. استنتج المنحى التلقائي لتطور المجموعة الكيميائية.

1. نركب بين الكترودي العمود موصلا أومي و نترك المجموعة تشتغل. يمثل

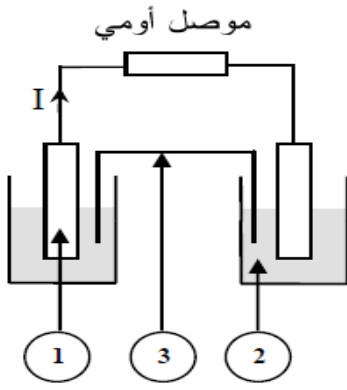
الشكل جانبه تبيانة العمود.

اعط أسماء مكونات العمود الموافقة للأرقام المبينة على التبيانة جانبه.

يزود العمود الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة  $I = 65mA$  و بعد مدة زمنية  $\Delta t$

من الاشتغال تكون قيمة تقدم التفاعل الحاصل هي  $x = 1,21.10^{-3} mol$  .

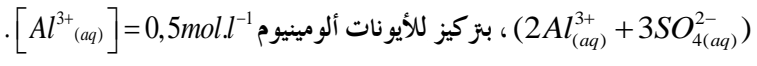
أحسب قيمة  $\Delta t$



## التمرين الثالث

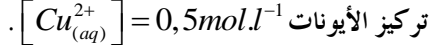
يتركب عمود من نصفي عمود مرتبطين بواسطة قنطرة ملحجية ( ورق ترشيح مبلل بمحلول كلورور البوتاسيوم ). يتكون نصف العمود الأول من صفيحة ألومينيوم

كتلتها  $m_1 = 1,0g$  ، مغمورة في  $50 ml$  من محلول كبريتات الألومينيوم



يتكون نصف العمود الآخر من صفيحة من النحاس كتلتها  $m_2 = 8,9 g$  ،

مغمورة في  $50ml$  من محلول كبريتات النحاس  $(Cu^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)})$  حيث



تركيز الأيونات  $[Al^{3+}_{(aq)}] = 0,5 mol . L^{-1}$  .

1- أرسم تبيانة العمود .

2- نصل مربطي العمود بأبمير متر و موصل أومي على التوالي . يشير الأمبير متر أن التيار الكهربائي يسري في الدارة الكهربائية من صفيحة النحاس نحو صفيحة

الألومينيوم خارج العمود . عين ، معللا جوابك، قطبية العمود . أتمم التبيانة موضحا هذه القطبية.

3- أكتب معادلة التفاعل جوار كل إلكترود . ثم استنتج المعادلة الحصيلة

5- دراسة العمود خلال اشتغاله .

1-5: أنشئ جدول التقدم لتطور المجموعة .

2-5: استنتج قيمة التقدم الأقصى  $x_{max}$  .

2-5: أحسب كمية الكهرباء القصوى التي يمررها هذا العمود .

نعطي :  $1F = 9,6.10^4 C . mol^{-1}$

## التمرين الرابع

أعلن العالم أليساندرو فولتا عن اختراع أول عمود كهربائي سنة 1800 ، وفي

بداية القرن العشرين اخترع العالم أديسون عمودا كهربائيا قابلا للشحن عدة

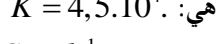
مرات " المرمك نيكل – كاديوم " الذي يتميز بوزنه الخفيف وطول مدة استعماله .

يهدف هذا الجزء إلى دراسة مبسطة للمرمك نيكل – كاديوم خلال اشتغاله

كمحور .

معطيات:

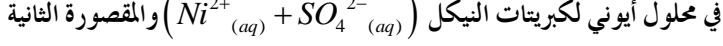
✓ ثابتة التوازن المقرونة بالتحول الكيميائي التلقائي الحاصل خلال اشتغال العمود



✓ ثابتة فارادي  $1F = 96500C . mol^{-1}$  .

ننجز ، عند درجة الحرارة  $25^{\circ}C$  العمود نيكل – كاديوم المكون من من مقصورتين

تربط بينهما قنطرة ملحجية ، حيث تتكون المقصورة الأولى من صفيحة النيكل مغمورة



مغمورة محلول أيوني لكبريتات الكاديوم  $(Cd^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)})$  . اخلولان

- نفس الحجم  $V = 0,2L$  .

- نفس التركيز البدئي:

$$[Cd^{2+}]_0 = [Ni^{2+}]_0 = 0,2mol.L^{-1}$$

نربط قطبي العمود بموصل أومي وجهاز أمبير متر. يشير هذا الأخير إلى القيمة  $I = 0,2A$  .

علما أن صفيحة النيكل هي القطب الموجب للعمود، أجب عن الأسئلة التالية:

1- أرسم تبيانة التركيب التجريبي للعمود المنجز.

2- أكتب معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود والمعادلة الحصيلة أثناء اشتغال العمود.

3- أحسب قيمة خارج التفاعل البدئي  $Q_r$  للمجموعة المدروسة وتحقق من منحي تطورها.

4- أوجد تركيز الأيونات  $Ni^{2+}_{(aq)}$  (المتبقية في محلول المقصورة الأولى بعد

مرور المدة  $\Delta t = 60min$  من اشتغال العمود

### التمرين الخامس

ننجز عمودا باستعمال مزدوجتين (مختزل/مؤكسد) من نوع  $M^{n+}_{(aq)} / M_{(s)}$

حيث  $M$  فلز و  $M^{n+}$  الأيون الفلزي الموافق له. مكونات هذا العمود هي:

محلول مائي لكلورور الألومنيوم  $(Al^{3+}_{(aq)} + 3Cl^{-}_{(aq)})$  تركيزه المولي

$C = 0,1mol.L^{-1}$  . محلول مائي لكبريتات النحاس  $(Cu^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)})$

تركيزه المولي  $C = 0,1mol.L^{-1}$

❖ صفيحة من الألومنيوم  $Al_{(s)}$

❖ صفيحة من النحاس  $Cu_{(s)}$

❖ قنطرة أيونية من نترات البوتاسيوم

المعطيات:

❖ للمحلولين نفس الحجم

$$1F = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$$

$$M(Al) = 27 g.mol^{-1}$$

❖ ثابتة

المقرونة بالتوازن  $3Cu^{2+}_{(aq)} + 2Al_{(s)} \rightleftharpoons 3Cu_{(s)} + 2Al^{3+}_{(aq)}$  هي:  $K = 10^{20}$  . بالمعادلة:

1. أحسب قيمة  $Q_{r,i}$  خارج التفاعل عند الحالة البدئية للمجموعة الكيميائية.

2. استنتج منحي التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية عند تشغيل العمود.

3. حدد، معلا جوابك، قطبية العمود.

4. نركب بين مربطي هذا العمود موصلا أوميا فيمر في الدارة تيار كهربائي شدته  $I = 40mA$  لمدة زمنية  $\Delta t = 1h30min$  .

4.1. بين أن تعبير كمية مادة الألومنيوم المتفاعل هو  $n(Al) = I \cdot \frac{\Delta t}{3F}$  .

4.2. استنتج قيمة  $m(Al)$  كتلة الألومنيوم المتفاعل خلال المدة  $\Delta t$

### التمرين السادس

نكون العمود حديد / قصدير حيث المزدوجتان المتفاعلتان هما:  $Fe^{2+} / Fe$

و  $Sn^{2+} / Sn$  . كل نصف عمود يحتوي على حجم  $V = 200mL$  من

الحلول الأيوني تركيزه يساوي:  $C = 5,0.10^{-2}mol.L^{-1}$  و إلكترود

كتلتها  $m = 10g$  . نصل إلكترود الحديد بإلكترود القصدير بواسطة أمبير متر

(A) و موصل أومي مقاومته  $R$  ، فيمر تيار كهربائي شدته  $I = 30mA$

لمدة  $\Delta t = 20h$  . معطيات: الكتل المولية

$$M(Fe) = 55,8; M(Sn) = 118,7 : g.mol^{-1}$$

اللابتدائية:  $e = 1,6.10^{-19}C$  ، ثابتة افوكادرو :

$$N_A = 6,02.10^{23} mol^{-1}$$

1) أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث بجوار كل إلكترود واستنتج معادلة التفاعل المقرون بالتحويل الحاصل في العمود ، علما أن الحديد يتأكسد خلال اشتغال العمود

2- أعط التمثيل الإصطلاحي للعمود .

3) أحسب كمية الكهرباء  $Q$  الممنوحة خلال مدة الاشتغال  $\Delta t$  .

4- أنشئ الجدول الوصفي لتطور التحويل مبينا الحالة البدئية و الحالة النهائية .

5) أحسب تغير كتلة كل من الإلكترودين عندما يكون التقدم  $x$  أقصى

### التمرين الثامن

تم إختراع أول عمود كهربائي من طرف العالم فولتا Volta في نهاية القرن الثامن عشر، وذلك باستعمال النحاس والزنك وورق مبلل بالماء المالح؛ منذ ذلك الحين تم تصنيع وتطوير أنواع مختلفة من الأعمدة.

نقتح في هذا الجزء، دراسة مبسطة للعمود نحاس- زنك.

ننجز العمود المكون من المزدوجتين  $Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(s)}$  و  $Zn^{2+}_{(aq)} / Zn_{(s)}$

وذلك بغمر إلكترود النحاس في الحجم  $V = 200mL$  من محلول كبريتات

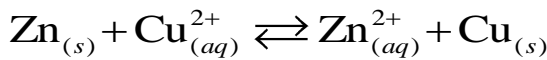
النحاس  $(Cu^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)})$  تركيزه البدئي

$[Cu^{2+}]_i = 10^{-2}mol.L^{-1}$  وإلكترود الزنك في الحجم  $V = 200mL$  من

محلول كبريتات الزنك  $(Zn^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)})$  تركيزه البدئي

$[Zn^{2+}]_i = 10^{-2}mol.L^{-1}$  . نصل محلولي مقصورتَي العمود بقنطرة ملحجية.

أثناء اشتغال العمود، يحدث تحول كيميائي نمذجته بالمعادلة التالية:



معطيات:

✓ ثابتة التوازن المقرونة بالتحويل المدروس هي:  $K = 10^{18}$

1-  $1F = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$  حدد، معلا جوابك ، منحي التطور

التلقائي للمجموعة المكونة للعمود.

2- أعط التبيانة الاصطلاحية للعمود المدروس.

3- يمر في الدارة تيار كهربائي شدته  $I = 75mA$  خلال اشتغال العمود.

أوجد تعبير  $\Delta t_{max}$  المدة الزمنية القصوية لاشتغال العمود بدلالة

$$[Cu^{2+}_{(aq)}]_i ; V ; F ; I .$$

أحسب  $\Delta t_{max}$

### التمرين التاسع

الجزء الثاني: دراسة عمود ذي محروق:

يتكون هذا العمود من مقصورتين يفصل بينهما إلكتروليت حمضي يلعب دور

القنطرة الأيونية وإلكترودين A و B.

عند اشتغال العمود يتم تزويده بالميثانول السائل وغاز ثنائي الأوكسجين.

(الشكل 2)

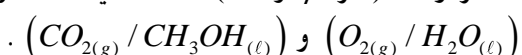
المعطيات:

✓ ثابتة فارادي:  $1F = 96500C.mol^{-1}$  .

✓ الكتلة الحجمية للميثانول السائل:  $\rho = 0,79 g.cm^{-3}$

✓ الكتلة المولية للميثانول:  $M(CH_3OH) = 32 g.mol^{-1}$

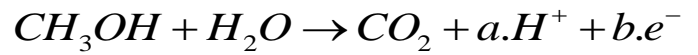
✓ المزدوجتان (مختزل / مؤكسد) المتدخلتان في هذا التحويل هما:



خلال اشتغال العمود يحدث عند أحد الإلكترودين تحول نمذجته



بالمعادلة الكيميائية التالية:

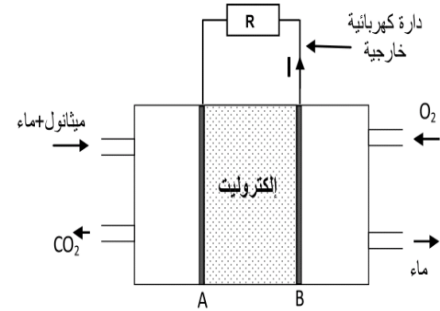


2.1 - حدد المعاملين  $a$  و  $b$ .

2.2 - عين من الإلكترودين  $A$  و  $B$  (الشكل 2) الإلكتروود الذي يحدث عنده هذا التفاعل. علل جوابك.

2.3 - أكتب المعادلة النمذجة للتحويل الحاصل عند الإلكتروود الآخر، وأعط اسمي الإلكترودين  $A$  و  $B$ .

2.4 - يزود العمود الدارة الخارجية بتيار كهربائي شدته  $I = 45mA$  خلال مدة زمنية  $\Delta t = 1h30min$  من الاشتغال. أوجد الحجم  $V$  للميثانول المستهلك خلال  $\Delta t = 1h30min$ .



الشكل 2

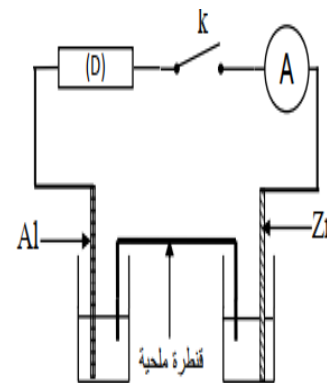
### التمرين العاشر

تعتبر الأعمدة الكيميائية أحد تطبيقات تفاعلات الأكسدة-اختزال. أثناء اشتغالها، يتحول جزء من الطاقة الكيميائية الناتجة عن هذه التفاعلات إلى طاقة كهربائية. ننجز العمود ألومنيوم - زنك بغمر صفيحة من الألومنيوم في كأس تحتوي على الحجم  $V = 100mL$  من محلول مائي لكبريتات الألومنيوم  $(Al^{3+}_{(aq)}; 3Cl^{-}_{(aq)})$  تركيزه المولي البدئي  $C_1 = [Al^{3+}]_0 = 4,5.10^{-2} mol.L^{-1}$  وصفيحة من الزنك في كأس آخر تحتوي على الحجم  $V = 100mL$  من محلول مائي لكبريتات الزنك  $(Zn^{2+}_{(aq)}; SO^{2-}_{4(aq)})$  تركيزه المولي البدئي

$C_2 = [Zn^{2+}]_0 = 4,5.10^{-2} mol.L^{-1}$ ؛ نوصل المحلولين بقنطرة ملحمة. نركب بين قطبي العمود موصلًا أوميا ( $D$ ) وأميرمترًا وقاطعًا للتيار  $K$  (الشكل 1).

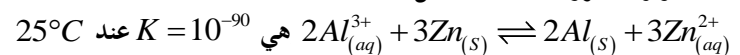
معطيات:

- كتلة الجزء المغمور من صفيحة الألومنيوم في محلول كلورور الألومنيوم لحظة إغلاق الدارة هي:  $m_0 = 1,35g$ ،
- الكتلة المولية للألومنيوم:  $M(Al) = 27g.mol^{-1}$ ،
- ثابتة فرادي:  $IF = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$ .



الشكل 1

ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل:



نغلق القاطع  $k$  عند اللحظة  $t = 0$ ، فيمر في الدارة تيار كهربائي شدته  $I = 10mA$  نعتبرها ثابتة.

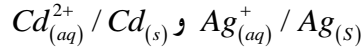
- 1 - أحسب خارج التفاعل  $Q_{r,i}$  في الحالة البدئية واستنتج منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية.
- 2 - مثل التبيان الاصطلاحي للعمود المدروس معلا قطبيته.
- 3 - أوجد عندما يستهلك العمود كلياً:

3-1 - تركيز أيونات الألومنيوم في محلول كلورور الألومنيوم.

3-2 - المدة الزمنية  $\Delta t$  لاشتغال العمود

### التمرين الحادي عشر

ندرس العمود كادميوم-فضة الذي تتدخل فيه المزدوجتان مؤكسد-مختزل التاليتان



معطيات:

- الفرادي:  $IF = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$ .

- ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل:  $2Ag^+_{(aq)} + Cd_{(s)} \rightleftharpoons 2Ag_{(s)} + Cd^{2+}_{(aq)}$  هي  $K = 5.10^{40}$  عند  $25^\circ C$ .

- الكتلة المولية للكاديوم:  $M(Cd) = 112,4 g.mol^{-1}$ .

- يوجد بوفرة الجزء المغمور من الإلكتروود القابل للاستهلاك.

ننجز هذا العمود بغمر صفيحة من الفضة في كأس تحتوي على الحجم  $V = 250mL$  من محلول مائي لنترات الفضة

$C_1 = [Ag^+]_i = 0,400 mol.L^{-1}$  تركيزه المولي البدئي  $(Ag^+_{(aq)}; NO^{-}_{3(aq)})$

، وصفيحة من الكاديوم في كأس آخر تحتوي على الحجم  $V = 250mL$  من محلول مائي لنترات الكاديوم  $(Cd^{2+}_{(aq)}; 2NO^{-}_{3(aq)})$  تركيزه المولي البدئي

$C_2 = [Cd^{2+}]_i = 0,200 mol.L^{-1}$

نوصل المحلولين بقنطرة ملحمة. نركب، على التوالي، بين إلكترودي العمود موصلًا أوميا وأميرمترًا وقاطعًا للتيار.

3- اختر الاقتراح الصحيح من بين الاقتراحات التالية:

أ- التحولات التي تحدث في الأعمدة هي تحولات قسرية.

ب- القطب الموجب للعمود هو إلكترود الفضة.

ج- منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية المكونة للعمود هو المنحى (2) لمعادلة التفاعل.

د- تحدث الأكسدة عند الكاثود.

2- نغلق الدارة عند لحظة نختارها أصلاً للتواريخ، فيمر فيها تيار كهربائي شدته ثابتة  $I = 215mA$ .

3-2- عبر عن خارج التفاعل  $Q_r$  عند لحظة  $t$  بدلالة التقدم  $x$  للتفاعل.

2-2- احسب  $Q_r$  عند اللحظة  $t = 10h$

2-1- احسب  $|\Delta m|$ ، تغير كتلة إلكترود الكاديوم بين اللحظتين  $t = 0$  و اللحظة التي يستهلك فيها العمود كلياً

### التمرين الثاني عشر

يرتكز اشتغال عمود كيميائي على تحويل جزء من الطاقة الكيميائية الناتجة عن التحولات الكيميائية إلى طاقة كهربائية.

ندرس في هذا الجزء العمود: نيكل - كوبالت.

معطيات:

معطيات:

- الكتلة المولية للنيكل:  $M(Ni) = 58,7 g.mol^{-1}$ .

- ثابتة فرادي:  $IF = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$ .

- ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل:  $Ni^{2+}_{(aq)} + Co_{(s)} \rightleftharpoons Ni_{(s)} + Co^{2+}_{(aq)}$  هي  $K = 10^3$  عند  $25^\circ C$ .

ننجز عمودًا بغمر صفيحة من النيكل في كأس تحتوي على الحجم  $V = 100mL$  من محلول مائي لكبريتات النيكل  $II$

$(Ni^{2+}_{(aq)}; SO^{2-}_{4(aq)})$  تركيزه المولي البدئي

$C_1 = [Ni^{2+}]_i = 3.10^{-2} mol.L^{-1}$  صفيحة من الكوبالت في كأس آخر تحتوي

## التمرين الرابع عشر

نهتم في هذا التمرين الى دراسة عمود ذو تركيزين من ايونات النحاس II وكذا انجاز التحليل الكهربائي لخلول كبريتات النحاس II

معطيات

$$F = 96500 C.mol^{-1} \quad \text{ثابتة فارادي}$$

$$K = 1 \quad \text{ثابتة التوازن للفاعل}$$

نعتبر عمود يتكون من الكترودين نحاس مغمورين في كبريتات النحاس II  
 $(Cu^{2+}; SO_4^{2-})$  ذي تركيز على التوالي  $[Cu^{2+}]_{li} = 0,1 mol / L$  و  
 $[Cu^{2+}]_{2i} = 0,01 mol / L$ . ولهما نفس الحجم  $V_1 = V_2 = 100 mL$

1- احسب  $Q_{ri}$  خارج التفاعل في الحالة البدئية ، استنتج منحى تطور التفاعل

2- اكتب نصف المعادلة بجوار كل الكترود ثم استنتج المعادلة الحاصلة للتفاعل الحاصل

3- يمر في الدارة تيار كهربائي مستمر شدته  $I = 100 mA$  خلال مدة زمنية  $\Delta t$

3-1 احسب  $Q$  كمية الكهرباء

3-2 حدد تركيز مادة ايونات النحاس  $[Cu^{2+}]_{li,f}$  في الكأس 1 في الحالة النهائية

على الحجم  $V = 100 mL$  من محلول مائي لكبريتات الكوبالت تركيزه المولي البدئي  $C_2 = [Co^{2+}]_i = 3.10^{-1} mol.L^{-1}$  نوصل الخلولين بقنطرة ملحية نركب على التوالي بين قطبي العمود، موصلا أوميا وأمبير متزا وقاطعا للتيار. نغلق الدارة عند لحظة نختارها أصلا للتواريخ ،  $(t = 0)$  فيمر فيها تيار كهربائي شدته  $I$  نعتبرها ثابتة.

1- اختر الجواب الصحيح من بين الاقتراحات التالية:  
 أ- منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية المكونة للعمود هو المنحى (2) لمعادلة التفاعل.

ب- إلكترود الكوبالت هو الكاثود.  
 ج- تنتقل الإلكترونات عبر القنطرة الملحية للمحافظة على الحياد الكهربائي للمحاليل.

د- خارج العمود، يكون منحى التيار الكهربائي من إلكترود النيكل نحو إلكترود الكوبالت.

هـ- تحدث الأكسدة عند الكاثود.

2- أوجد، بدلالة  $K$  و  $F$  و  $C_1$  و  $C_2$  و  $V$  و  $I$ ، تعبير التاريخ  $t_e$  الذي يتحقق عنده توازن المجموعة الكيميائية. احسب قيمة  $t_e$  علما ان  $I = 100 mA$

3- احسب التغير  $\Delta m$  لكتلة إلكترود النيكل بين اللحظتين  $t = 0$  و  $t = t_e$

## التمرين الثالث عشر

نغمر إلكترودا من النحاس في كأس تحتوي على الحجم  $V = 65 mL$  من محلول مائي لكبريتات النحاس  $(Cu^{2+}; SO_4^{2-})$  حيث التركيز المولي البدئي للأيونات  $Cu^{2+}$  هو  $[Cu^{2+}]_i = 6,5.10^{-1} mol.L^{-1}$

نغمر إلكترودا من الألومنيوم في كأس أخرى تحتوي على نفس الحجم  $V = 65 mL$  من محلول مائي  $(2Al^{3+}; 3SO_4^{2-})$  لكبريتات الألومنيوم ، حيث التركيز المولي البدئي للأيونات  $Al^{3+}$  هو  $[Al^{3+}]_i = 6,5.10^{-1} mol.L^{-1}$  نوصل الخلولين بقنطرة ملحية ونركب على التوالي بين قطبي العمود موصلا أوميا وأمبير متزا وقاطعا للتيار. عند غلق الدارة، يمر فيها تيار كهربائي شدته ثابتة.

معطيات:

معطيات:

- المزدوجان المتدخلان في التفاعل هما:  $Al^{3+}_{(aq)} / Al_{(s)}$  و  $Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(s)}$

- ثابتة فرادي:  $1F = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$

- ثابتة التوازن المقرونة بالتفاعل  $3Cu^{2+}_{(aq)} + 2Al_{(s)} \xrightleftharpoons[(2)]{(1)} 3Cu_{(s)} + 2Al^{3+}_{(aq)}$  هي  $K = 10^{200}$

1- اكتب تعبير  $Q_{ri}$  خارج التفاعل الكيميائي للمجموعة عند الحالة البدئية ثم احسب قيمته.

2- حدد، معللا جوابك، منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية خلال اشتغال العمود.

3- مثل التبيانة الاصطلاحية للعمود المدروس.

4- أوجد  $q$ ، كمية الكهرباء المارة في الدارة عندما تصبح قيمة تركيز الايونات  $[Cu^{2+}] = 1,6.10^{-1} mol.L^{-1}$

### التمرين الأول

ننجز التحليل الكهربائي للكلور والمغنيزيوم ( $Mg^{2+}; 2Cl^{-}$ ) عند درجة حرارة مرتفعة بواسطة تيار كهربائي شدته ثابتة  $I = 6A$  خلال المدة  $\Delta t = 10h$ . أثناء هذا التحليل يتوضع فلز المغنيزيوم على أحد الإلكترودين ويتصاعد غاز ثنائي الكلور بجوار الإلكترود الآخر.

معطيات:

- المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل:  $Mg^{2+}_{(aq)} / Mg_{(s)}$  و

$Cl_{2(g)} / Cl^{-}_{(aq)}$ .

- ثابتة فارادي:  $1F = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$ .

- الحجم المولي للغاز في ظروف التجربة:  $V_m = 68,6 l.mol^{-1}$ .

- الكتلة المولية للمغنيزيوم:  $M(Mg) = 24,3 g.mol^{-1}$ .

1. أعط اسم الإلكترود (أنود أو كاتود) الذي يتوضع عليه المغنيزيوم.

2. أكتب معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود والمعادلة الحصيلة.

3. حدد الكتلة  $m$  للمغنيزيوم خلال المدة  $\Delta t$ .

4. أحسب الحجم  $V$  لغاز ثنائي الكلور المتكون في ظروف التجربة خلال المدة  $\Delta t$ .

### التمرين الثاني

للتحليل الكهربائي تطبيقات متعددة في المجال الصناعي، منها تحضير بعض الفلزات وبعض الغازات.

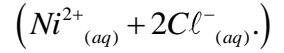
يهدف هذا التمرين إلى تحضير فلز النيكل بواسطة التحليل الكهربائي.

معطيات:

✓ الكتلة المولية للنيكل:  $M(Ni) = 58,7 g.mol^{-1}$ .

✓ ثابتة الفارادي:  $1F = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$ .

لتحضير فلز النيكل، ننجز التحليل الكهربائي لخلول كلورور النيكل II:



نضع هذا المحلول في محلول كهربائي على شكل  $U$  وغمر تيارا كهربائيا مستمرا، شدته ثابتة  $I = 0,5A$ ، بين إلكترودين مغمورين في مغمورين في المحلول لمدة ساعة واحدة. ( $\Delta t = 1h$ )

تتكون الكاتود من البلاتين وتتكون الأنود من الغرافيت.

نلاحظ، خلال عملية التحليل الكهربائي، توضع النيكل على النيكل على الكاتود وتكون ثنائي الكلور بجوار الأنود.

1- حدد المزدوجتين مختزل / مؤكسد المتدخلتين في هذا التحليل الكهربائي.

2- أكتب معادلة التفاعل عند كل إلكترود والمعادلة الحصيلة النمذجة للتحول الحاصل.

3- أوجد الكتلة  $m$  لفلز النيكل المتوضع.

### التمرين الثالث

يعد التحليل الكهربائي من التقنيات المعتمدة في الكيمياء المخبرية والصناعية لتحضير بعض الفلزات وبعض الغازات المتميزة بنقاوة عالية. يهدف هذا الجزء من التمرين إلى دراسة التحليل الكهربائي لخلول كلورور القصدير II.

معطيات:

- ثابتة فارادي:  $F = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$ .

- الحجم المولي للغازات في ظروف التجربة:  $V_m = 24 L / mol$ .

ننجز التحليل الكهربائي لخلول كلورور القصدير II ذي الصيغة  $(Sn^{2+}; 2Cl^{-})$  باستعمال إلكترودين من الغرافيت، فنلاحظ تكون غاز الكلور  $Cl_{2(aq)}$  بجوار أحد الإلكترودين وتوضع فلز القصدير  $Sn_{(s)}$  على الإلكترود الآخر.

■ مثل تبيانة التركيب التجريبي لهذا التحليل الكهربائي ميبا عليها الكاتود والأنود.

■ أكتب معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود واستنتج المعادلة الحصيلة النمذجة للتحول الذي يحدث أثناء التحليل الكهربائي.

■ يزود مولد كهربائي الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة  $I = 1,5A$  خلال المدة  $\Delta t = 80min$ . حدد حجم غاز ثنائي الكلور الناتج خلال مدة اشتغال المحلل الكهربائي.

### التمرين الرابع

يعتبر التحليل الكهربائي من التقنيات الأساسية المعتمدة في العمل المخبري والصناعي، يمكن من تحضير بعض الفلزات ومركبات كيميائية أخرى تستعمل في الحياة اليومية. يهدف هذا التمرين إلى تحضير ثنائي البروم  $Br_2$  وفلز النحاس بواسطة التحليل الكهربائي.

المعطيات:

■ الكتلة المولية للنحاس:  $M(Cu) = 63,5 g.mol^{-1}$ .

■ ثابتة فارادي:  $1F = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$ .

ننجز التحليل الكهربائي لخلول برومور النحاس II ذي الصيغة



الغرافيت، فيتكون ثنائي  $Br_{2(g)}$  على مستوى  $E_1$  ويتوضع فلز النحاس على مستوى  $E_2$ .

■ مثل تبيانة التركيب التجريبي لهذا التحليل الكهربائي محددا الكاتود والأنود.

■ أكتب نصف معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود.

■ استنتج المعادلة الكيميائية الحصيلة النمذجة للتحول الذي يحدث أثناء التحليل الكهربائي.

■ يزود مولد كهربائي بتيار كهربائي شدته ثابتة  $I = 0,5A$  خلال المدة  $\Delta t = 2h$ . حدد الكتلة  $m$  للنحاس الناتج خلال مدة اشتغال المحلل الكهربائي.

### التمرين الخامس

يعتبر غاز الكلور ( $Cl_2$ ) من الغازات الأساسية التي تدخل في صناعة عدد كبير من المركبات الكيميائية ومن بينها ماء جافيل. يتميز ماء جافيل بدرجة الكلورومتريّة ( $D^{\circ}Chl$ ) والتي تمثل

حجم غاز ثنائي الكلور، بالتر، الموجود في 1L من ماء جافيل. يحدد هذا الحجم في الشروط النظامية لدرجة الحرارة والضغط حيث الحجم المولي:  $V_m = 22,4 l / mol$ . يهدف هذا التمرين إلى دراسة:

المعطيات:

■ الكتلة المولية لكلورور الصوديوم:

$M(NaCl) = 58,5 g / mol$ .

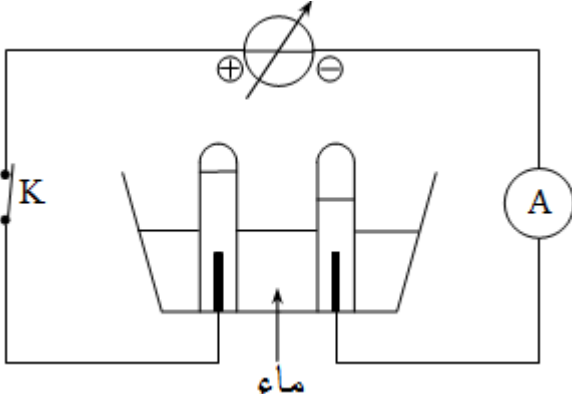
■ ثابتة فارادي:  $1F = 96500 C.mol^{-1}$ .

1- أعط عدد الاقتراحات الصحيحة من بين الاقتراحات التالية:

- الإلكترود المرتبط بالقطب الموجب للمولد هو الأنود.
- التحول القسري تفاعل يتم في المنحى المعاكس للتحول التلقائي.
- خلال اشتغال الخلل الكهربائي، يحدث اختزال عند الأنود.
- يخرج التيار الكهربائي من الخلل الكهربائي من الكاثود.

2- أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث بجوار الأنود.

3- أوجد، عند لحظة  $t$ ، تعبير حجم غاز ثنائي الأوكسجين المتكون بدلالة  $I$  و  $V_m$  و  $N_A$  و  $e$  و  $t$ . أحسب قيمته عند اللحظة  $t = 8 \text{ min}$



### التمرين الثامن

■ المزدوجتان المتدخلتان:  $O_{2(g)} / H_2O_{(l)}$  ؛  $Ag^+_{(aq)} / Ag_{(s)}$

$$1F = 96500 C.mol^{-1}$$

■ الكتلة المولية الذرية للفضة:  $M(Ag) = 108 g.mol^{-1}$

نغمر صفيحة من النحاس  $Cu$  كلياً في محلول مائي  $(S)$  لنترات الفضة  $(Ag^+_{(aq)} + NO_3^-_{(aq)})$  تركيزه  $C$  وحجمه  $V = 0,5L$ ، ثم نصل

الصفيحة بواسطة سلك موصل بأحد قطبي مولد كهربائي  $G$

ونربط قطبه الآخر بالإلكترود من الغرافيت كما هو مبين في الشكل 2.

عند إغلاق قاطع التيار  $K$ ، يزود المولد  $G$  الدارة خلال

المدة  $\Delta t = 45 \text{ min}$  بتيار كهربائي  $I = 0,5A$ ، فيتصاعد غاز ثنائي الأوكسجين  $O_2$  على مستوى إلكترود الغرافيت ويتوضع فلز الفضة بشكل منظم على الإلكترود الآخر.

أكتب نصف المعادلة الكيميائية النمذجة للتحول كل إلكترود

■ أوجد تعبير الكتلة  $m(Ag)$  للفضة الناتجة بدلالة  $I$  و  $\Delta t$  و

$M(Ag)$  و  $F$ ؛ ثم أحسب  $m(Ag)$ .

■ تتوفر على محلولين  $(S_1)$  و  $(S_2)$  لنترات الفضة تركيزهما على

التوالي:  $C_1 = 1,8.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  و  $C_2 = 3.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

لهما نفس الحجم

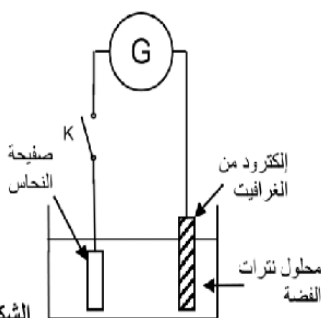
$$V = 0,5L$$

حدد، من بين اخلولين  $(S_1)$

و  $(S_2)$ ، اخلول الذي يمكن

من الحصول على الكتلة

$m(Ag)$ .



الشكل 2

### التمرين التاسع

ننجز التحليل الكهربائي لخلول مائي لكورور الصوديوم  $(Na^+_{aq} + Cl^-_{aq})$

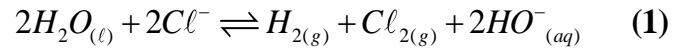
خلال المدة  $\Delta t = 30 \text{ min}$  بواسطة تيار كهربائي مستمر شدته  $I = 57,9A$ . بينت التجربة انبعث:

✓ غاز ثنائي  $(Cl_2)$  عند أحد الإلكترودين.

✓ غاز ثنائي الهيدروجين  $(H_2)$  وتكون أيونات الهيدروكسيد  $(HO^-)$

عند الإلكترود الآخر.

ننمذج هذا التحليل الكهربائي بالمعادلة الكيميائية الحصيلة التالية:



1.1 - حدد المزدوجتين (مختزل-مؤكسد) المتدخلتين في هذا التفاعل.

1.2 - أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الذي حدث بجوار الكاثود.

1.3 - أنشئ الجدول الوصفي للتحول الحاصل عند الأنود.

- أوجد تعبير كمية المادة  $n$  للجسم المتكون عند الأنود بدلالة  $I$  و  $\Delta t$  و  $F$ . أحسب  $n$ .

### التمرين السادس

ننجز التحليل الكهربائي لخلول مركز لكورور الصوديوم  $Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

فيتكون على مستوى أحد الإلكترودين غاز ثنائي الكلور وعلى مستوى الإلكترود الآخر غاز ثنائي الهيدروجين؛ كما يصير الوسط التفاعلي قاعدياً خلال التحول الكيميائي.

معطيات:

- المزدوجتان المتدخلتان في

التحول الكيميائي:

$H_2O_{(l)} / H_{2(g)}$  و

$Cl_{2(g)} / Cl^-_{(aq)}$ .

- ثابتة فرادي:

$$1F = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$$

- الحجم المولي في ظروف

التجربة:

$$V_m = 25,0 L.mol^{-1}$$

تمثل الوثيقة جانبه تبيانة التركيب التجريبي المستعمل لإنجاز هذا التحليل

الكهربائي.

(1) حدد، معللاً جوابك، من بين الإلكترودين (A) و (B) الإلكترود الذي يلعب دور الأنود و الإلكترود الذي يلعب دور الكاثود.

(2) أكتب معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود و المعادلة الحصيلة.

يزود المولد الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة  $I = 3 A$ . أحسب حجم غاز ثنائي

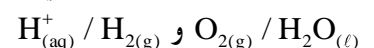
الكلور المتكون خلال المدة  $\Delta t = 25 \text{ min}$

### التمرين السابع

نسكب في محلل كهربائي حجماً من الماء الحمض. و لتجميع الغاز الذي ينتج، نضع فوق كل إلكترود من الغرافيت أنبوب اختبار مقلوباً و مملوء بالماء، ثم ننجز التركيب الكهربائي الممثل في تبيانة الشكل جانبه. نغلق قاطع التيار  $K$  و نضبط الشدة  $I$  للتيار الكهربائي على القيمة  $I = 0,2 A$ . نأخذ هذه اللحظة أصلاً للتواريخ  $t = 0$ .

المعطيات:

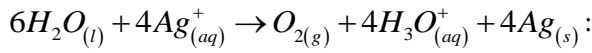
- المزدوجتان Ox / Red المتدخلتان في هذا التحليل الكهربائي هما:



- الحجم المولي في ظروف التجربة:  $V_m = 24 L.mol^{-1}$

-  $e = 1,6.10^{-19} C$  ؛  $N_A = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$





1- أكتب معادلة التفاعل الحاصل بجوار الأنود

2- اعتمادا على الجدول الوصفي للتفاعل، بين ان تعبير التقدم  $x$  للتفاعل

$$\text{عند اللحظة } t \text{ هو : } x = \frac{V}{4} (10^{-pH_t} - 10^{-pH_0})$$

### التمرين الحادي العاشر

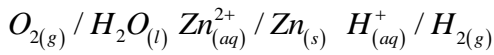
3- حدد اللحظة  $t_1$  التي يأخذ فيها  $pH$  الخليط القيمة  $pH_t = 1,5$

يتم تحضير بعض الفلزات بواسطة التحليل الكهربائي لخالييل مائية تحتوي على كاثيونات هذه الفلزات ؛ فمثلا 50% من الإنتاج العالمي للزنك يتم الحصول عليه بواسطة التحليل الكهربائي لخلول كبريتات الزنك الحمض بمحضر الكبريتيك . يلاحظ خلال هذا التحليل الكهربائي توضع فلز على أحد الإلكترودين وانتشار غاز على مستوى الإلكترود الآخر.

معطيات : الحجم المولي للغازات في ظروف التجربة :  $V_m = 24 L.mol^{-1}$  ؛

$$M(Zn) = 65,4 g.mol^{-1} \quad 1F = 96500 C.mol^{-1}$$

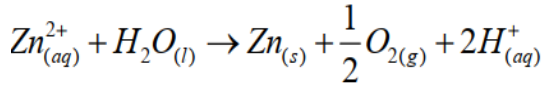
المزدوجات مختزل/مؤكسد



دراسة التحول الكيميائي

1- اكتب معادلات التفاعلات الممكنة أن تحدث عند الأنود وعند الكاثود.

2- تكتب المعادلة الحصيلة لتفاعل التحليل الكهربائي الذي يحدث كالاتي:



أوجد العلاقة بين كمية الكهرباء  $Q$  الممررة في الدارة و التقدم  $x$  لتفاعل التحليل الكهربائي

يتم إنجاز التحليل الكهربائي لخلول كبريتات الزنك في خلية تحت التوتر الكهربائي

$3,5V$  بتيار كهربائي شدته ثابتة  $I = 80kA$  ؛ بعد

$48h$  من الاشتغال نحصل في الخلية على توضع للزنك كتلته  $m$  .

3- احسب الكتلة  $m$  .

4- عند الإلكترود الآخر نحصل على حجم  $V$  لثنائي الأوكسيجين . علما أن

مردود التفاعل الذي ينتج ثنائي الأوكسيجين هو  $r = 80\%$  ؛ احسب الحجم  $V$

ننجز التحليل الكهربائي لخلول مائي لنوات الرصاص  $Pb_{(aq)}^{2+} + 2NO_{3(aq)}^-$

نضع هذا الخلول في محلل كهربائي و نمرر تيارا كهربائيا مستمرا شدته ثابتة

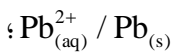
$I = 0,7 A$  بين الألكترودين (A) و (B) للمحلل خلال المدة الزمنية

$\Delta t = 60 \text{ min}$  .

نلاحظ خلال التحليل الكهربائي، توضع فلز الرصاص على الإلكترود (A) و

تكون غاز ثنائي الأوكسجين بجوار الإلكترود (B) .

معطيات: المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل:  $O_{2(g)} / H_2O_{(l)}$  و



ثابتة فاراداي:  $1F = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$  ؛

الحجم المولي للغاز في ظروف التجربة:  $V_m = 24 L.mol^{-1}$  .

انقل(ي) على ورقة التحرير رقم السؤال و أكتب(ي) بجانبه الجواب الصحيح

من بين الأجوبة الأربعة المقترحة دون إضافة أي تعليل أو تفسير.

1- التحليل الكهربائي المدروس هو تحول:

■ فيزيائي ■ قسري ■ تلقائي ■ حمض قاعدة

2- خلال التحليل الكهربائي المدروس:

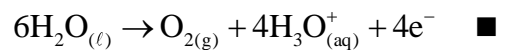
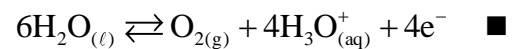
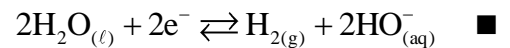
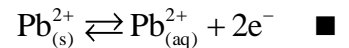
■ الإلكترود (A) هو الأنود و بجواره يتأكسد الرصاص.

■ الإلكترود (A) هو الكاثود و بجواره تختزل أيونات الرصاص.

■ الإلكترود (B) هو الأنود و بجواره يحدث تفاعل اختزال.

■ الإلكترود (B) هو الكاثود و بجواره يختزل الماء.

3- معادلة التفاعل الحاصل عند الإلكترود (B) هي:



4- الحجم  $V(O_2)$  لغاز ثنائي الأوكسجين الناتج خلال المدة  $\Delta t$  هو:

$$V(O_2) \approx 0,16 \text{ mL} \quad \blacksquare$$

$$V(O_2) \approx 0,16 \text{ L} \quad \blacksquare$$

$$V(O_2) \approx 0,64 \text{ mL} \quad \blacksquare$$

$$V(O_2) \approx 0,64 \text{ L} \quad \blacksquare$$

### التمرين العاشر

ننجز التحليل الكهربائي لخلول نترات الفضة  $(Ag^+; NO_3^-)$

محمض بمحلول مائي لحمض النتريك  $(H_3O^+; NO_3^-)$  باستعمال الكترودين

من الغرافيث. حجم الخليط داخل خلية التحليل الكهربائي هو  $V = 400 \text{ mL}$

المزدوجتان مختزل / مؤكسد المتدخلتان في التفاعل هما  $O_{2(g)} / H_2O_{(l)}$  و

$Ag^+ / Ag$  نقيس  $pH$  الخليط قبل التفاعل فنجد  $pH_0 = 3$ ، ثم نغلقها

عند لحظة  $t = 0$  نختارها اصلا للتواريخ ( $t = 0$ ) فيمر تيار كهربائي شدته

ثابتة  $I = 266 \text{ mA}$  المعادلة الحصيلة للتحليل الكهربائي هي

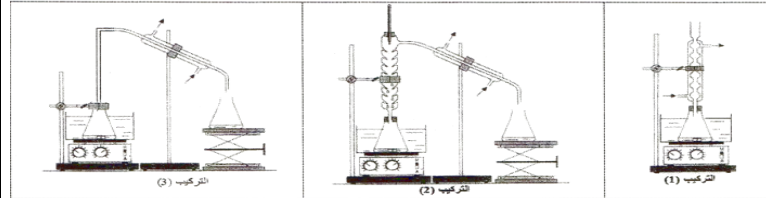
## ❖ تفاعل الاسترة والحلماءة ❖ التحكم في تطور مجموعة كيميائية

### التمرين الأول

حمض الميثانويك : حمض كربوكسيلي صيغته الكيميائية  $HCOOH$  يستعمل كمادة أولية لتصنيع الإستر ميثانوات الأثيل، ذي لرائحة عرق قصب السكر. يعدف هذا الجزء إلى تحديد مردود تصنيع الإستر انطلاقا من حمض الميثانويك ومعرفة كيفية تحسين هذا المردود. قام أستاذ خلال حصة للأشغال التطبيقية بتحضير هذا الإستر مستعملا تركيب التسخين بالإرتداد مكونا من  $n = 0.3 \text{ mol}$  من حمض الميثانويك و  $n = 0.3 \text{ mol}$  من الإيثانول وبعض قطرات حمض الكبريتيك وحصى خفان، فحصل على الكتلة  $m = 14.8 \text{ g}$  من الإستر. معطيات :

$$M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}; M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}; M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$$

1. عين من بين التراكيب التجريبية أ، ب، ج التالية، التراكيب المستعمل لإنجاز هذا التحضير.



2. اكتب، مستعملا الصيغ نصف المنشورة، المعادلة الكيميائية للتفاعل المنمدج للإسترة.
3. اكتب الجدول الوصفي
4. عبر عن ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بالتفاعل المنمدج للأسترة بدلالة و التقدم النهائي للتفاعل. تحقق ان  $K = 0.4$ .
5. أحسب مردود التحول.
6. تساءل الأستاذ عن كيفية تحسين مردود تصنيع ميثانوات الإثيل، فقدمت مجموعة من التلاميذ الاقتراحات التالية :
  - أ. إضافة كمية وافرة من حمض الكبريتيك المركز إلى المجموعة الكيميائية.
  - ب. إزالة الماء المتكون.
  - ت. تعويض حمض الميثانويك بأنديريد الميثانويك.
  - حدد معللا جوابك، كل اقتراح صحيح من بين الاقتراحات أ، ب، ج.

### التمرين الثاني

نكهة الموز ناتجة عن مركب كيميائي يستخرج طبيعيا من الموز أو عن طريق التصنيع. يصنع إيثانوات البوتيل المميز لهذه النكهة انطلاقا من حمض الإيثانويك  $CH_3COOH$  و البوتان-1-أول  $C_4H_9OH$ . لإنجاز هذا التصنيع نستعمل تركيب التسخين بالارتداد، حيث ندخل في حوالة التركيب التجريبي  $n_1 = 0,1 \text{ mol}$  من حمض الإيثانويك و  $n_2 = 0,1 \text{ mol}$  من البوتان-1-أول و قطرات من حمض الكبريتيك و حصى الخفان. عند الحالة النهائية للمجموعة الكيميائية تكون قيمة التقدم النهائي للتفاعل هي  $x_f = 6,67.10^{-2} \text{ mol}$ .

1. اكتب، مستعملا الصيغ نصف المنشورة، المعادلة المنمدجة للتحول الحاصل.
2. سم هذا التفاعل و أعط مميزتيه.
3. حدد قيمة  $K$  ثابتة التوازن المقرونة بهذا التفاعل.
4. أوجد قيمة  $r$  مردود هذا التصنيع.

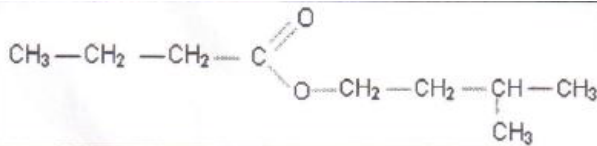
### التمرين الثالث

لتحضير إستر  $E$  (إيثانوات الليناليل)، نسخن بالإرتداد خليطا متساوي المولات مكونا من حمض الإيثانويك والكحول  $R-OH$  بوجود حفاز ملائم.

- 1- ما فائدة التسخين بالإرتداد.
- 2- أكتب المعادلة الكيميائية للتحول الكيميائي الحاصل بين حمض الإيثانويك والكحول  $R-OH$ .
- 3- تم إنجاز التفاعل انطلاقا من  $m_A = 38,5 \text{ g}$  للكحول  $R-OH$ ، فتكونت عند نهاية التفاعل الكتلة  $m_E = 2 \text{ g}$  للإستر  $E$  أوجد المردود  $r$  لهذا التفاعل. الكتلة المولية للكحول  $R-OH$   $M(ROH) = 154 \text{ g.mol}^{-1}$ . الكتلة المولية للإستر  $E$   $M(E) = 196 \text{ g.mol}^{-1}$ .
- 4- اقترح طريقتين مختلفتين تمكنان من الرفع من مردود هذا التفاعل.
- 5- اقترح طريقتين لتحسين مردود هذا التصنيع باستعمال نفس المتفاعلين النكهات الغذائية مركبات طبيعية يتخرج أغلبها من الفواكه، كما يلجأ إلى تصنيعها في المختبرات، و من بين هذه النكهات نكهة فاكهة التفاح التي تعزى إلى وجود مستخرج طبيعي من التفاح أو إلى وجود إستر  $(E)$  مصنع هو بوتانوات-3-مethyl البوتيل الذي يستعمل كثيرا في الصناعة الغذائية و الطور.

يهدف هذا الجزء إلى دراسة تصنيع الإستر  $(E)$  و تتبع التطور الزمني لهذه الأسترة. المعطيات:

### التمرين الرابع



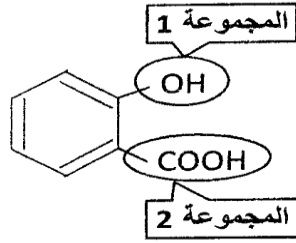
1. يمكن تصنيع الإستر  $(E)$  انطلاقا من حمض كربوكسيلي  $(A)$  و كحول  $(B)$ . حدد الصيغة نصف المنشورة لكل من الحمض  $(A)$  و الكحول  $(B)$ .
2. لنجز هذا التصنيع باستعمال تركيب التسخين بالارتداد، حيث ندخل في حوالة التركيب  $n_A = 0,12 \text{ mol}$  من الحمض  $(A)$  و  $n_B = 0,12 \text{ mol}$  من الكحول  $(B)$  و قطرات من محلول حمض الكبريتيك و بعض حصى الخفان.
- 2.1. أذكر الفائدة من استعمال التسخين بالارتداد.
- 2.2. أعط الدور الذي يقوم به حمض الكبريتيك أثناء عملية التصنيع.
- 2.3. أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل الحاصل.
- 2.4. أثبت أن تعبير ثابتة التوازن المقرونة بهذا التفاعل هو  $K = \frac{x_{eq}^2}{(n_A - x_{eq})^2}$ . حيث  $x_{eq}$  تقدم التفاعل عند حالة توازن المجموعة الكيميائية. استنتج قيمة  $x_{eq}$ . علما ان  $K = 4$ .
- 2.5. أحسب قيمة  $r$  مردود هذا التصنيع.
- 2.6. باستعمال نفس التركيب التجريبي و نفس الحالة البدئية للمتفاعلين و نفس الحفاز:

- أ. كيف يمكن تسريع تصنيع الإستر  $(E)$ ؟
- ب. كيف يمكن رفع قيمة  $x_{eq}$ ؟

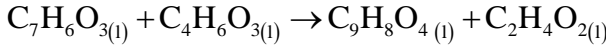
### التمرين الخامس

❖ الكتلة المولية لحمض الإيثانويك:  $M(CH_3COOH) = 60 \text{ g.mol}^{-1}$

نعطي جانبه صيغة جزيئة حمض الساليسيليك التي تضم مجموعتين مميزتين تمت إحاطتهما بخط مغلق. أعط اسم كل مجموعة مميزة.



يمكن تحضير الأسبرين  
تفاعل الأسترة بين أندريد الإيثانويك و حمض الساليسيليك الطي يتدخل بالمجموعة المميزة (-OH). نمذج هذا التحول بالمعادلة الكيميائية الآتية:



أعط مميزتي هذا التحول.

ننجز التسخين بالارتداد خليط يحتوي على  $n_1 = 0,1mol$  من حمض الساليسيليك و  $n_2 = 0,2mol$  من أندريد الإيثانويك بوجود قطرات من حمض الكبريتيك المركز، بعد المعالجة تم الحصول على الكتلة  $m_{exp} = 13,5g$  من الأسبرين.

أ. علل اختيار التسخين بالارتداد لتحضير الأسبرين.

ب. ما هو دور حمض الكبريتيك المضاف؟

ت. أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل، ثم حدد المتفاعل اخذ.

ث. أحسب قيمة مردود تصنيع الأسبرين في المختبر.

### التمرين الثامن

نصب في حوجة كمية المادة  $n_0 = 100mmol$  من حمض الميثانويك ونضعها في حمام مريم دراجة حرارته ثابتة ثم نضيف إليها كمية المادة  $n$  من الإيثانويك حيث  $n = n_0 = 100mmol$  وبعض القطرات من حمض الكبريتيك المركز، فنحصل على خليط حجمه  $V = 25mL$ . نتبع تطور التقدم  $x$  للتفاعل الحاصل بدلالة الزمن فنحصل على المنحنى أسفله:

1.1. أكتب باستعمال الصيغ نصف المنشورة المعادلة الكيميائية النمذجة للتحول الحاصل.

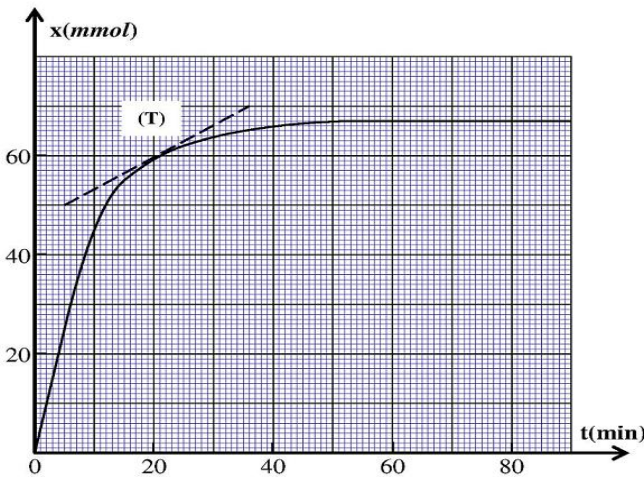
1.2. ما هو دور حمض الكبريتيك المركز المضاف

1.3. حدد التقدم  $x_f$  للتفاعل عند التوازن وزمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ .

1.4. يمثل المستقيم  $(T)$  المماس للمنحنى عند اللحظة  $t = 20min$ . أحسب

بالوحدة  $mol.L^{-1}.min^{-1}$  قيمة السرعة  $v$  عند اللحظة  $t = 20min$

1.5. أوجد قيمة ثابتة التوازن  $K$  لهذا التفاعل.



1.6. نمذج في نفس الظروف التجريبية السابقة، كمية المادة  $n_1 = 150mmol$  من حمض الميثانويك مع كمية المادة  $n_2 = 100mmol$  من الإيثانول.

1-2-1 أوجد المردود  $r_2$  لهذا التحول بإعتماد الجدول الوصفي.

1-2-2 حدد التجربة الأكثر ملائمة لتصنيع التجاري للأسبرين، علل

❖ الكتلة الحجمية لحمض الإيثانويك الخالص:  $\rho = 1,05g.mL^{-1}$ .

❖ الكتلة المولية للفيرمون  $(P)$ :  $M(P) = 130g.mol^{-1}$ .

يمكن تصنيع الفيرمون  $(P)$  في المختبر بتفاعل حمض الإيثانويك  $(A)$

والكحول  $(B)$  ذي الصيغة  $C_5H_{11}-OH$ .

2.1. أكتب معادلة التفاعل الحاصل بين  $(A)$  و  $(B)$ .

2.2. أذكر مميزتين لهذا التفاعل.

2.3. نمذج الحجم  $V_A = 28,6mL$  من الحمض  $(A)$  الخالص مع الكمية

$n_B = 0,50mol$  من الكحول  $(B)$  ونضيف بعض قطرات حمض

الكبريتيك، ثم نسخن الخليط التفاعلي بالارتداد لمدة أربع ساعات تقريبا. عند التوازن، وبعد القيام بمختلف العمليات المخبرية اللازمة نحصل على الكتلة

$m_p = 43,40g$  من الفيرمون  $(P)$ .

2.3.1. ما الفائدة من التسخين بالارتداد ومن إضافة حمض الكبريتيك؟

2.3.2. حدد، مستعينا بالجدول الوصفي، كمية المادة لكل مكون من مكونات الخليط التفاعلي عند التوازن.

2.3.3. أحسب  $r$  مردود التفاعل لتصنيع الفيرمون  $(P)$

### التمرين السادس

❖ الكتلة المولية لحمض البنزويك:

$M(C_6H_5COOH) = 122g.mol^{-1}$

❖ الكتلة المولية للإيثانول:  $M(C_2H_5OH) = 46g.mol^{-1}$

❖ الكتلة الحجمية للإيثانول الخالص:  $\rho = 0,78g.mL^{-1}$ .

❖ الكتلة المولية لبنزوات الإثيل:

$M(C_6H_5COOC_2H_5) = 150g.mol^{-1}$

يتميز بنزوات الإثيل بنكهة فاكهة الكرز، لذا يستعمل في الصناعة الغذائية لإضفاء هذه النكهة على المواد الغذائية المصنعة. لتحضير بنزوات الإثيل في المختبر، نمذج في

حوجة الكتلة  $m = 2,44g$  من حمض البنزويك مع الحجم  $V_{al} = 10mL$

من الإيثانول الخالص ونضيف بعض القطرات من حمض الكبريتيك المركز الذي يلعب دور الحفاز، ثم نسخن بالارتداد الخليط التفاعلي تحت درجة حرارة ثابتة.

(1.1) ما دور الحفاز في هذا التفاعل؟

(2.1) أكتب المعادلة الكيميائية النمذجة للتحول الحاصل بين حمض البنزويك و الإيثانول مستعملا الصيغ نصف المنشورة.

(3.1) تكونت عند نهاية التفاعل الكتلة  $m_e = 2,25g$  من بنزوات

الإثيل. حدد قيمة  $r$  مردود التفاعل.

(4.1) للرفع من مردود تفاعل تصنيع بنزوات الإثيل، نعوض حمض البنزويك بتفاعل آخر. أعط اسم هذا المتفاعل و اكتب صيغته نصف المنشورة.

### التمرين السابع

حمض الأستيل ساليسيليك (acide acétylsalicylique) المعروف بالأسبرين مادة لها استعمالات متعددة في المجال الطبي و يفيد في الوقاية من داء السرطان، لذا أصبح تصنيعه يحظى باهتمام بالغ.

يهدف هذا التمرين إلى التعرف على كيفية تصنيع الأسبرين و مراقبة جودته في المختبر، و تحديد إحدى خاصيات محلوله المائي.

المعطيات:

حمض الأستيل ساليسيليك	أندريد الإيثانويك	حمض الساليسيليك	
$C_9H_8O_4$	$C_4H_6O_3$	$C_7H_6O_3$	الصيغة الإجمالية
$180g.mol^{-1}$			الكتلة المولية الجزيئية



## التمرين العاشر

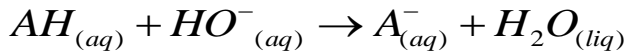
### 1. دراسة تفاعل حمض البوتانويك مع الميثانول $\text{CH}_3\text{OH}$ :

ينتج عن تفاعل حمض البوتانويك مع الميثانول مركب عضوي E و الماء، نمذجه بالمعادلة الكيميائية التالية:

- 1-2. أذكر اسم المجموعة التي ينتمي إليها المركب E و أعط اسمه.
- 2-2. نصب في حوجة توجد في ماء مثلج،  $n_1 = 0,1 \text{ mol}$  من حمض البوتانويك و  $n_2 = 0,1 \text{ mol}$  من الميثانول و قطرات من حمض الكبريتيك المركز و قطرات من الفينول فتالين، فنحصل على خليط حجمه  $V = 400 \text{ ml}$ .

اذكر الفائدة من استعمال الماء المثلج، و الدور الذي يلعبه حمض الكبريتيك في هذا التفاعل.

- 3-2. لتتبع تطور هذا التفاعل نصب في 10 أنابيب نفس الحجم من الخليط، و نحكم إغلاقها و نضعها في حمام مائي درجة حرارته ثابتة ( $100^\circ\text{C}$ ) ثم نشغل المقيت عند اللحظة  $t = 0$ .
- لتحديد تقدم المجموعة الكيميائية بدلالة الزمن، نخرج الأنابيب من الحمام واحدا تلو الآخر و نضعها في ماء مثلج، ثم نعاير الحمض المتبقي في كل أنبوب بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $C_A = 1 \text{ mol.l}^{-1}$ . تكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للمعايرة كما يلي:

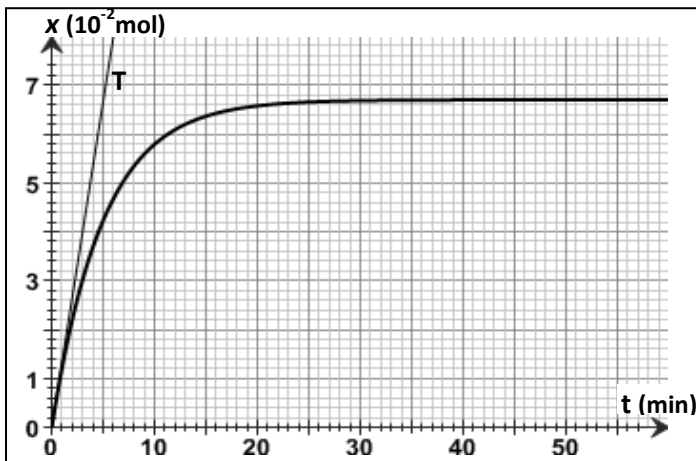


بين أنه تعبير التقدم  $x$  لتفاعل الأسترة في لحظة  $t$  يعبر عنه بالعلاقة:

$$x(\text{mol}) = 0,1 - (10 \cdot C \cdot V_{BE})$$

الصوديوم المضاف عند التكافؤ في كل أنبوب.

- 4-2. أدت نتائج الدراسة التجريبية لهذه المعايرة إلى خط المنحنى الممثل لتغيرات التقدم  $x$  لتفاعل الأسترة بدلالة الزمن:
- المستقيم T هو المماس للمنحنى عند اللحظة  $t_0 = 0$ .



اعتمادا على المنحنى حدد:

- 1-4-2. السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة  $t_0 = 0$  و اللحظة

$$t_1 = 50 \text{ mn}$$

- 2-4-2. زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ .

خارج التفاعل  $Q_{r,eq}$  عند التوازن

- 1.1. أوجد قيمة ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بتفاعل الأسترة.

### 2. التحكم في الحالة النهائية للمجموعة الكيميائية

نضيف  $n = 1 \text{ mol}$  من حمض الإيثانويك إلى المجموعة الكيميائية الموجودة في حالة

تحقق أن القيمة الجديدة لتقدم التفاعل عند التوازن هي  $x_{eq}' = 78,5 \text{ mmol}$

## التمرين التاسع

الأسبرين أو حمض الأسيتيلساليك (*acide acétylsalicylique*) من الأدوية الأكثر استعمالا في العالم، فهو مسكن للألام ومقاوم للحمى.....  
نقترح من خلال هذا التمرين دراسة طريقة تحضير الأسبرين وتفاعله مع الماء.

المعطيات:

- ✓ تمت جميع القياسات عند  $25^\circ\text{C}$
- ✓ يعطي الجدول التالي أسماء الأجسام المتفاعلة والناتج وبعض القيم المميزة لها:

الاسم	حمض الساليسليك	حمض الأسيتيلساليك	حمض الإيثانويك	أندريد الإيثانويك
الصيغة العامة	$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$	$\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$
الصيغة نصف المنشورة			$\text{CH}_3\text{-COOH}$	
الكتلة المولية (g.mol <sup>-1</sup> )	138	180	60	102
الكتلة الحجمية (g.mL <sup>-1</sup> )	-	-	-	1,08

- ✓ ثابتة التوازن لتفاعل حمض الإيثانويك مع حمض الساليسليك:

$$K = 7,0 \cdot 10^{-3}$$

### 1- تحضير الأسبرين:

لتحضير الأسبرين أو حمض الأسيتيلساليك  $AH$ ، قامت مجموعتان من التلاميذ بإجراء تجربتين مختلفتين:

#### 1.1 - التجربة الأولى:

تم تحضير الأسبرين  $AH$  بتفاعل حمض الإيثانويك مع المجموعة المميزة هيدروكسيل  $HO$  لحمض الساليسليك الذي نرمز له ب  $ROH$ .  
أنجزت المجموعة الأولى التسخين بالإرتداد خليط حجمه  $V$  ثابت، ويتكون من كمية المادة  $n_1 = 0,2 \text{ mol}$  حمض الإيثانويك و كمية المادة  $n_2 = 0,2 \text{ mol}$  من حمض الساليسليك، بإضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز.

#### 1.1.1 - أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لهذا التفاعل باستعمال الصيغ نصف المنشورة وأعط اسمه.

#### 1.1.2 - اعتمادا على الجدول الوصفي، أثبت العلاقة:

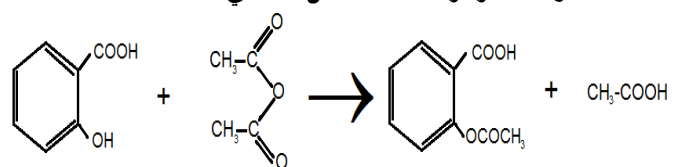
$$K = \left( \frac{x_{eq}}{0,2 - x_{eq}} \right)^2$$

حيث  $x_{eq}$  يمثل تقدم التفاعل عند التوازن.

#### 1.1.3 - حدد المردود $r_1$ لهذا التفاعل

#### 1.2 التجربة الثانية:

لتحضير الكتلة  $m(AH) = 15,3 \text{ g}$  من الأسبرين، أنجزت المجموعة الثانية خليطا مكون من الكتلة  $m = 13,8 \text{ g}$  من حمض الساليسليك والحجم  $v = 19,0 \text{ mL}$  من أندريد الإيثانويك بإضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز، فحدث تفاعل كيميائي نمذجه بالمعادلة الكيميائية





## التمرين الحادي عشر

تحتوي الفواكه على أنواع كيميائية عضوية ذات نكهات متميزة تنتمي لمجموعة الإسترات. تستعمل هذه الإسترات كنكهات في الصناعة الغذائية، ونظرا لقلّة نسبها في الفواكه يتم اللجوء إلى تصنيعها. لتتبع التطور الزمني لتكون إستر  $E$  انطلاقا من حمض الإيثانويك  $CH_3COOH$  والبروبان-1-أول  $CH_3CH_2CH_2OH$  نحضر سبعة دوارق مرقمة من 1 إلى 7 ونضع عند اللحظة  $t=0$ ، وعند درجة حرارة ثابتة في كل دورق،  $n_1 = 1mol$  من حمض الإيثانويك، و  $n_2 = 1mol$  من البروبان-1-أول.

نعاير تباعا على رأس كل ساعة الحمض المتبقي في المجموعة الكيميائية مما يمكن من تتبع تطور كمية مادة الإستر  $E$  المتكون.

## 3. تفاعل الأسترة

3.1. أكتب باستعمال الصيغ نصف المنشورة، معادلة تفاعل الأسترة الحاصل. سم الإستر  $E$ .

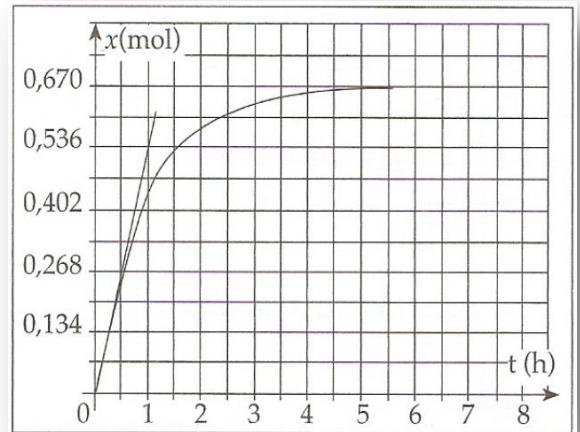
3.2. أنشئ الجدول الوصفي لتفاعل الأسترة

## 4. معايرة الحمض المتبقي في الدورق رقم 1

عند اللحظة  $t = 1h$ ، نسكب محتوى الدورق في حوجلة معيارية. ثم نضيف إليه الماء المقطر الثلج للحصول على  $V_0 = 100mL$  من خليط  $(S)$ . نأخذ من  $(S)$  حجما  $V_1 = 5mL$  ونصبه في كأس لمعايرة الحمض المتبقي بواسطة محلول مائي هيدروكسيد الصوديوم  $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$  تركيزه المولي  $C_B = 1,0mol.L^{-1}$ . يكون حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم المضاف عند التكافؤ هو  $V_{B,E} = 28,4mL$ .

4.1. أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل حمض-قاعدة الحاصل أثناء المعايرة.

بين أن كمية مادة الحمض المتبقي في الدورق هي  $n_a = 0.568mol$ .



4.2. إستنتج كمية مادة الإستر  $E$  المتكون.

## 5. التطور الزمني لتفاعل الأسترة

مكنك معايرة المحاليل الموجودة في الدوارق السبع من خط منحنى تطور تقدم التفاعل بدلالة الزمن (انظر الشكل جانبه).

5.1. أعط تعبير السرعة الحجمية  $v$  لتفاعل الأسترة، وأحسب قيمتها بالوحدة  $mol.L^{-1}.h^{-1}$  عند  $t = 0$  علما أن حجم المجموعة الكيميائية هو:  $V = 132,7mL$ .

5.2. أذكر عاملا يمكن من الزيادة في السرعة الحجمية للتفاعل دون تغيير الحالة النهائية للمجموعة.

5.3. عين قيمة زمن نصف التفاعل.

التوازن، فنحصل على حالة بدئية جديدة.

2.1. أحسب قيمة خارج التفاعل  $Q_{r,i}$  في الحالة البدئية الجديدة.

إستنتج منحنى تطور المجموعة الكيميائية.

2.2. تحقق أن قيمة  $x'_{eq}$  تقدم التفاعل في حالة التوازن الجديد هي

$$x'_{eq} = 0,845mol. \text{ إستنتج قيمة المردود الجديد } r' \text{ للتفاعل}$$

## التمرين الثاني عشر

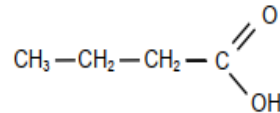
بعض التحولات الكيميائية تكون كلية وبعضها يكون غير كلي؛ يستعمل الكيميائي عدة طرق لتتبع، كمي التحولات الكيميائية خلال الزمن والتحكم فيها للرفع من مردودها أو تخفيض سرعتها للحد من تأثيرها، ويستعمل أحيانا متفاعلات بديلة للتوصل بفعالية إلى النواتج نفسها.

معطيات

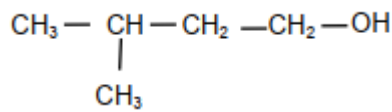
المركب العضوي	الكتلة المولية بـ $(g.mol^{-1})$	الكتلة الحجمية بـ $(g.mL^{-1})$
الحمض (A)	$M(A) = 88,0$	$\rho(A) = 0,956$
الكحول (B)	$M(B) = 88,0$	$\rho(B) = 0,810$
أنثريد البوتانويك (AN)	$M(AN) = 158,0$	$\rho(AN) = 0,966$

التتبع الزمني لتحويل كيميائي

نمزج في حوجلة حجما  $V_A = 11mL$  من الحمض (A) ذي الصيغة



و  $0,12mol$  من الكحول (B) ذي الصيغة:



نضيف إلى الخليط بعض قطرات حمض الكبريتيك المركز وبعض حصيات الكدان؛ بعد التسخين، يتكون مركب عضوي (E) كتلته المولية .

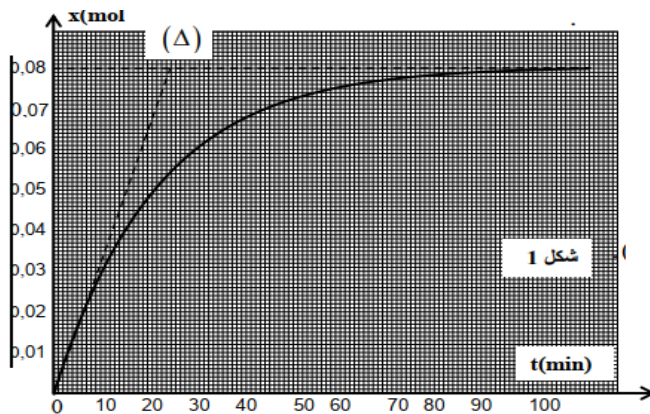
$$M(E) = 158g.mol^{-1}$$

يعطي المبيان  $x = f(t)$  تطور التقدم  $x$  للتفاعل بدلالة الزمن  $t$  شكل 1

يمثل المستقيم المماس للمنحنى  $x = f(t)$  عند  $t = 0$

1- أعط تعريف زمن نصف التفاعل وحدد قيمته.

2- احسب، مبيانا، قيمة السرعة الحجمية  $v(0)$  عند اللحظة  $t = 0$



3- باستعمال الصيغ نصف المنشورة، اكتب معادلة تصنيع المركب (E)

انطلاقا من الحمض (A) و الكحول (B) وأعط اسم المركب (E) حسب التسمية الرسمية.

4- احسب كمية المادة البدئية للحمض (A)

5.4. أحسب قيمة  $r$  مردود التفاعل.

5- احسب قيمة ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بمعادلة تصنيع المركب (E)

6- غزج  $0,12mol$  من الحمض (A) و  $0,24mol$  من الكحول (B)

أ- احسب التقدم النهائي للتفاعل الحاصل.

ب- احسب مردود هذا التفاعل.

7- التحكم في تطور المجموعة الكيميائية

يمكن كذلك تحسين مردود التفاعل السابق بتعويض الحمض (A) بأنديريد

البوتانويك (AN) غزج حجما  $V_B = 13mL$  من الكحول (B) وحجما

$V_{AN} = 14mL$  من أنديريد البوتانويك ، فنحصل على كتلة  $m(E)$  من

المركب .

1-7 اكتب معادلة التفاعل الحاصل في هذه الحالة ، باستعمال الصيغ نصف

المنشورة.

2-7 احسب الكتلة  $m(E)$ .

### التمرين الثالث عشر

نعطي: الكتلة المولية  $M(HCOOH) = 46g.mol^{-1}$

نسخن بالارتداد، عند درجة حرارة ثابتة، خليطا (S) يتكون من  $n_1 = 0,2mol$

من حمض الميثانويك و  $n_2 = 0,2mol$  من البروبان-1 أول فنحصل على مركب

عضوي والماء. نختار لحظة انطلاق التفاعل أصلا للتواريخ ( $t = 0$ )

1- اختر الاقتراح الصحيح من بين الاقتراحات التالية:

خلال تفاعل أستر:

أ- تتناقص كمية مادة الإستر المتكون عند إزالة الماء.

ب- يتناقص زمن نصف التفاعل عند استعمال حفاز.

ج- يتناقص خارج التفاعل.

د- تزداد السرعة الحجمية للتفاعل أثناء تطور المجموعة مع الزمن.

2- اكتب، باستعمال الصيغ نصف المنشورة، المعادلة الكيميائية النمذجة للتفاعل

الذي يحدث. أعط اسم المركب العضوي

الناتج.

3- الكتلة المتبقية من الحمض عند لحظة  $t_1$  هي  $m = 6,9g$  علما أن مردود

هذا التفاعل هو  $r = 67\%$  ، بين أن حالة التوازن لم تتحقق بعد عند هذه اللحظة

### التمرين الرابع عشر

للإستر 2- ميثيل بروبونات الإثيل، ذو الصيغة نصف المنشورة جانبه نكهة الفراولة.

ينتج عن حلمة هذا الأستر، الذي نرمز له ب E ، حمض و كحول.

ننجز خليطين متساويي المولات من الإستر E و الماء. حجم كل خليط هو  $V_0$  .

يمثل المنحنيان (1) و (2) في الشكل جانبه تطور كمية مادة الإستر E خلال الزمن

عند نفس درجة الحرارة  $\theta$  . تم الحصول على أحد هذين المنحنيين بإنجاز هذه الحلمة

دون إضافة الحفاز.

1.1- أكتب، باستعمال الصيغ نصف المنشورة، المعادلة النمذجة للتفاعل الذي

يحدث.

1.2- حدد مبيانيا زمن نصف التفاعل في حالة التحول الموافق للمنحنى (1).

1.3- تعرف، معللا جوابك، على المنحنى الموافق لتفاعل الحلمة الذي أنجز

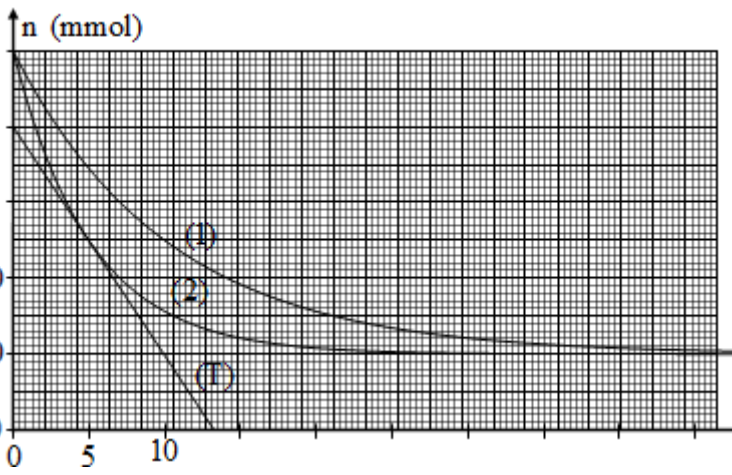
بدون حفاز.

قيمة السرعة عند اللحظة  $t = 20min$  (يمثل المستقيم (T) مماس

المنحنى في النقطة ذات الأفصول  $t = 20min$  )

3.2- حدد مبيانيا، التقدم النهائي  $x_f$  للتفاعل وزمن نصف التفاعل

$t_{1/2}$  .



باستغلال المنحنى (2) ، حدد بالوحدة  $mol.L^{-1}.min^{-1}$  ، السرعة الحجمية

للتفاعل عند اللحظة  $t_1 = 5 min$  . يمثل (T) المماس للمنحنى (2) في النقطة

ذات الأفصول  $t_1$  . نأخذ حجم الخليط التفاعلي  $V_0 = 71 mL$

### التمرين الخامس عشر

يتميز المركب العضوي إيثانوات 3- ميثيل بوتيل برائحة زكية تشبه رائحة

الموز، ويضاف كمادة معطرة في بعض الحلويات والمشروبات والياغورت.

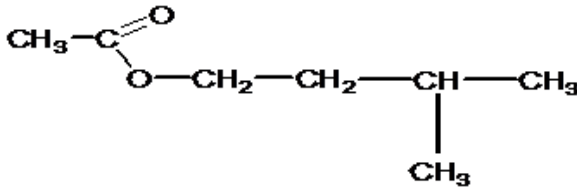
يهدف هذا الجزء من التمرين إلى الدراسة الحركية لتفاعل حلمة إيثانوات 3-

ميثيل بوتيل وتحديد ثابتة التوازن لهذا التفاعل.

المعطيات:

✓ الصيغة نصف المنشورة لإيثانوات 3- ميثيل بوتيل الذي

نرمز له بالرمز E:



✓ الكتلة المولية للمركب E :  $M(E) = 130g.mol^{-1}$  ؛

✓ الكتلة الحجمية للمركب E :  $\rho(E) = 0,87g.ml^{-1}$  ؛

✓ الكتلة الحجمية للماء :  $\rho(H_2O) = 1g.ml^{-1}$  ؛

✓ الكتلة المولية للماء :  $M(H_2O) = 18g.ml^{-1}$  ؛

نصب في حوجة الحجم  $V(H_2O) = 35mL$  من الماء المقطر ونضعها في

حمام مريم درجة حرارته ثابتة ثم نضيف إليها الحجم  $V(E) = 15mL$  من

المركب E ، فنحصل على خليط حجمه

$V = 50mL$

1. حدد المجموعة المميزة للمركب E .

2. أكتب المعادلة الكيميائية النمذجة لحلمة المركب E باستعمال الصيغ

نصف المنشورة.

3. نتبع تطور تقدم التفاعل  $x(t)$  بدلالة الزمن، فنحصل على المنحنى

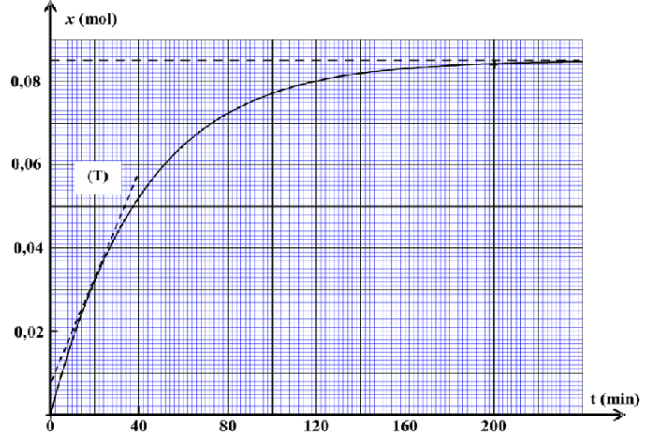
الممثل في التالي: (أنظر الصفحة الموالي)

3.1: يعبر عن السرعة الحجمية للتفاعل بالعلاقة :  $v = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx(t)}{dt}$

حيث  $V$  الحجم الكلي للخليط، أحسب بالوحدة  $mol.L^{-1}.min^{-1}$

4. أنشئ الجدول الوصفي لتطور المجموعة الكيميائية ثم أوجد تركيب الخليط عند التوازن.

حدد ثابتة التوازن  $K$  الموافقة حلمأة المركب ( $E$ )



### التمرين السادس عشر

نزع في حوجة  $1\text{mol}$  من إيثانوات الإيثيل الخالص و  $1\text{mol}$  من الماء المقطر ثم نضيف بعض قطرات حمض الكبريتيك المركز. نسخن بالارتداد الخليط التفاعلي لمدة زمنية معينة فيحصل تفاعل كيميائي. كمية مادة إيثانوات الإيثيل المتبقية عند التوازن هي  $0,67\text{mol}$ .

1.1: ما دور حمض الكبريتيك المضاف؟

1.2: أذكر مميزتين للتفاعل الحاصل.

1.3: أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل المدروس باستعمال الصيغ نصف المنشورة.

1.4: أحسب ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بمعادلة هذا التفاعل.

### التمرين السابع عشر

يحتوي العديد من الفواكه على أنواع كيميائية عضوية ذات نكهة متميزة تنتمي لمجموعة الإسترات. يمكن تحضير إستر ذي الصيغة الإجمالية  $C_nH_{2n}O_2$  انطلاقاً من حمض كربوكسيلي  $C_xH_{2x}O_2$  وكحول  $C_yH_{(2y+2)}O$ ، كما يمكن في ظروف معينة إعادة إنتاج هذين المركبين عن طريق حلمأة هذا الإستر. يهدف هذا الجزء إلى تحديد الصيغة نصف المنشورة لإستر  $E$  انطلاقاً من نتائج تفاعل حلمأته.

معطيات:

-الجداء الأيوني للماء عند  $25^\circ C$ :  $K_e = 1,0 \cdot 10^{-14}$ ؛

-كثافة الإستر  $E$  بالنسبة للماء  $d = 0,9$ ؛

-الكتلة الحجمية للماء  $\rho_e = 1\text{g.mL}^{-1}$ ؛

-الكتلة المولية للماء  $M(H_2O) = 18\text{g.mol}^{-1}$ ؛

- الكتلة المولية الذرية  $M(H) = 1\text{g.mol}^{-1}$ ؛

؛  $M(C) = 12\text{g.mol}^{-1}$ ؛  $M(O) = 16\text{g.mol}^{-1}$ ؛

لدراسة حلمأة الإستر  $E$  السائل ذي الصيغة الإجمالية  $C_4H_8O_2$  ننجز

التجربة التالية:

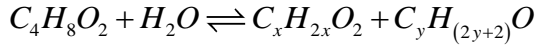
\*نوزع  $n_1 = 0,05\text{mol}$  من الإستر  $E$  في عشرة أنابيب اختبار ونضيف إلى كل أنبوب اختبار كمية من الماء البارد وقطرة من حمض الكبريتيك المركز للحصول على خليط حجمه  $V_1 = 5\text{mL}$ .

\*نضع في كأس  $n_2 = n_1 = 0,05\text{mol}$  من الإستر  $E$  وكمية من الماء البارد وقطرات من حمض الكبريتيك المركز للحصول على خليط حجمه  $V_2 = 50\text{mL}$

\*نضع أنابيب الاختبار والكأس، عند اللحظة  $t = 0$  في حمام مريم درجة

حرارته ثابتة  $\theta = 80^\circ C$ .

ننمذج تحول حلمأة الإستر  $E$  بتفاعل كيميائي معادلته



1- عند لحظة  $t$  نخرج أحد أنابيب الاختبار ونضعه في ماء مثلج، ثم نعاير الحمض المتكون في الأنبوب بواسطة محلول  $(S)$  هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي  $C_B = 5,0 \cdot 10^{-1}\text{mol.L}^{-1}$  بوجود كاشف ملون ملائم.

ثابتة التوازن، عند درجة الحرارة  $25^\circ C$  المقرونة بمعادلة تفاعل معايرة الحمض الكربوكسيلي الناتج عن تفاعل حلمأة الإستر  $E$  هي  $K = 1,6 \cdot 10^9$ .

1.1- اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

1.2- احسب ثابتة الحمضية  $K_A$  للمزدوجة  $C_xH_{2x}O_2 / C_xH_{2x-1}O_2$

1.3- حدد، من بين الكواشف الملونة التالية، الكاشف الملون الملائم لهذه المعايرة. علل الجواب

الكاشف الملون	منطقة الانعطاف
هيليانتين	3,1 - 4,4
أحمر الميثيل	4,4 - 6,2
فينول فتالين	8,2 - 10

مكنك النتائج المحصلة بواسطة معايرة الحمض المتكون من خط المنحنى جانبه الذي يمثل تغيرات  $n_E$

كمية مادة الإستر في أنبوب الاختبار بدلالة الزمن.

يمثل المستقيم  $(T)$  المماس للمنحنى عند

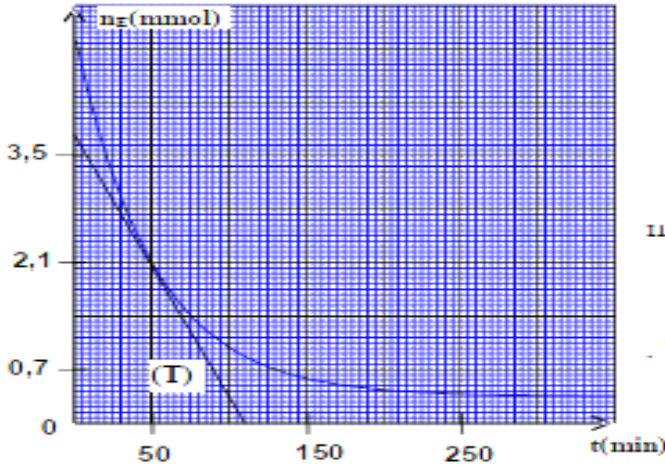
اللحظة  $t = 50\text{min}$ .

2.1- احسب ثابتة التوازن  $K'$  المقرونة بمعادلة تفاعل الحلمأة.

2.2- احسب مردود تفاعل الحلمأة عند التوازن

عبر عن السرعة الحجمية  $v$  لتفاعل الحلمأة في أنبوب اختبار بدلالة  $V_1$  و  $\frac{dn_E}{dt}$

احسب قيمتها عند اللحظة  $t = 50\text{min}$



3.2- اختر الجواب الصحيح مع التعليل.

تكون السرعة الحجمية لتفاعل حلمأة الإستر  $E$  في الكأس عند  $t = 50\text{min}$ :

أ- أكبر من السرعة الحجمية  $v$  لتفاعل حلمأة الإستر  $E$  في أنبوب الاختبار عند  $t = 50\text{min}$ ؛

ب- أصغر من السرعة الحجمية  $v$  لتفاعل حلمأة الإستر  $E$  في أنبوب الاختبار عند  $t = 50\text{min}$ ؛

ج- تساوي السرعة الحجمية  $v$  لتفاعل حلمأة الإستر  $E$  في أنبوب الاختبار عند  $t = 50\text{min}$

4- عند نهاية تفاعل الحلمأة وبعد تبريد الخليط اخلص في الكأس، تم استخلاص الكحول المتكون كتلته  $m = 2,139\text{g}$ . حدد الصيغة نصف المنشورة للإستر  $E$

$E$